



Министерство науки и высшей школы Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА (ПРОЕКТ) ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ (И.О. Ф.)
_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

_____ Г. А. Пикус
_____ 2019 г.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСТРОЙСТВА РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР

Консультант,
профессор, д.т.н.

_____ А. Х. Байбурин
_____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы АСИЗ-393

_____ И. Н. Волков
_____ 2019 г.

Руководитель, профессор, д.т.н.

_____ А. Х. Байбурин
_____ 2019 г.

Нормоконтролер, профессор, д.т.н.

_____ А. Х. Байбурин
_____ 2019 г.

Челябинск 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Институт «Архитектурно-строительный»

Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

Направление 08.04.01 «Строительство»

Магистерская программа «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Пикус Г.А.

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

_____ Волков Иван Николаевич

Группа АСИЗ-393

1. Тема работы Контроль качества устройства рулонных кровель

утверждена приказом по университету от «___» _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 12 января 2018 г.

3. Исходные данные к работе материалы практик, НИР, научная, учебная, методическая и нормативно-техническая литература

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке

Введение (актуальность, цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость) – 3-4 стр.

Раздел 1. Обзор методов контроля качества устройства кровель, патентный поиск и постановка задач исследования – 25-30 стр.

Раздел 2. Анализ и научная классификация дефектов кровельных работ – 10-15 стр.

Раздел 3. Научная классификация методов контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов – 5-10 стр.

Раздел 4. Разработка нового способа контроля качества кровельных работ – 15-20 стр.

Раздел 5. Экономическое обоснование разработанных предложений – 3-5 стр.

Раздел 6. Разработка рекомендаций по применению научных выводов на практике – 2-3 стр.

Заключение (выводы по работе) – 2-3 стр.

Список литературы (не менее 30 наименований, главным образом, научные книги и статьи, в том числе иностранные источники).

АННОТАЦИЯ

Волков, И.Н. Контроль качества устройства рулонных кровель: ВКР магистра по направлению 08.04.01 «Строительство». – Челябинск, ЮУрГУ, АСИЗ-393, 2019. – 114 с, 32 табл., 14 рис., 3 прил., библиогр. – 74 наименования.

Цель выпускной квалификационной работы – на основе о патентного поиска и анализа патентной информации по теме «Контроль качества устройства рулонных кровель» предложить новый экономически обоснованный эффективный способ системного контроля за качеством устройства рулонных кровель и определить степень его практического применения в строительных работах и последующем процессе эксплуатации рулонной кровли.

В работе предложен новый неразрушающий активный метод контроля качества кровельного покрытия. Метод может быть использован при выполнении обследования кровель большой площади.

Разработанный метод является развитием имеющихся методов точечного тепловизионного контроля. Патентный поиск по данной тематике показывает, что в настоящее время актуальной является задача снижения трудоемкости выполнения работ по контролю качества кровельного покрытия. Необходимо выявлять и с приемлемой точностью определять уровень дефектов в дефектных областях кровельного покрытия.

				<i>08.04.01-2019-140-ПЗ</i>			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>	<i>Пикус</i>			<i>Контроль качества устройства рулонных кровель</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Байбурин</i>				<i>ВКР</i>	<i>3</i>	<i>114</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Байбурин</i>				<i>ЮУрГУ «Строительное производство и теория сооружений»</i>		
<i>Консульт.</i>	<i>Байбурин</i>						
<i>Разраб.</i>	<i>Волков</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Обзор методов контроля качества устройства кровель, патентный поиск и постановка задач исследования.....	10
1.1 Методы контроля качества устройства кровель.....	10
1.2 Патентный поиск в российской и международной базах данных.....	19
1.3 Техническое задание на разработку улучшенных методов контроля качества устройства кровель	41
2 Анализ и научная классификация дефектов кровельных работ.....	47
2.1 Дефекты основания.....	47
2.2 Дефекты пароизоляции кровли	50
2.3 Дефекты стяжки.....	51
2.4 Дефекты теплоизоляции.....	53
2.5 Дефекты кровельного ковра.....	55
3 Научная классификация методов контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов.....	60
4 Разработка нового способа контроля качества кровельных работ.....	75
4.1 Способ теплового контроля.....	75
4.2 Типы дефектов, обнаруживаемых при помощи предлагаемого способа теплового контроля.....	81
4.3 Статистический анализ эффективности применения активных методов теплового контроля плоской кровли.....	84
5 Экономическое обоснование разработанных предложений.....	90
5.1 Описание и расчет инвестиционных затрат.....	90
5.2 Описание услуги проекта.....	91
5.3 Оценка экономической эффективности услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций».....	93
6 Разработка рекомендаций по применению научных выводов на практике.....	100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	107
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А Схемы операционного контроля качества выполняемых работ	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Акт внедрения	121
ПРИЛОЖЕНИЕ В Отзыв на ВКР	122

ВВЕДЕНИЕ

Использование интеллектуальных ресурсов в основной деятельности строительного предприятия повышает конкурентоспособность производимых работ, а также создает предпосылки для проведения дальнейших научных исследований. Ключевую роль в удержании конкурентных преимуществ играют такие нематериальные активы как патенты. Как основной источник информации, патентные массивы содержат уникальные и актуальные сведения, не публикуемые в других источниках. При решении инженерных задач в строительстве важно владеть актуальной и современной информацией, которая позволяет повышать качество и эффективность строительных работ.

Цель выпускной квалификационной работы магистра – на основе о патентного поиска и анализа патентной информации по теме «Контроль качества устройства рулонных кровель» предложить новый экономически обоснованный эффективный способ системного контроля за качеством устройства рулонных кровель и определить степень его практического применения в строительных работах и последующем процессе эксплуатации рулонной кровли.

Для достижения поставленной цели формулируются следующие задачи:

- Рассмотреть методы контроля качества устройства кровель.
- Провести анализ патентной информации по вопросу инноваций в области мягкого рулонного кровельного материала, в том числе и по системам контроля за качеством устройства рулонных кровель.
- Проанализировать научную классификацию дефектов кровельных покрытий.
- Рассмотреть научную классификацию методов контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов.
- Предложить инновационное технологическое решение, раскрыть его характеристику по контролю за качеством материалов, технологией выполнения строительных работ по укладке мягкой рулонной кровли и последующей ее эксплуатации.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

– Экономически обосновать предлагаемое проектное решение и разработать рекомендации по применению научных выводов в практике строительной деятельности по предложенному инновационному технологическому решению в отношении методов контроля за качеством материалов, технологией выполнения строительных работ по укладке мягкой рулонной кровли и последующей ее эксплуатации.

Объектом исследования являются мягкие кровельные покрытия.

Предметом исследования являются технологические процессы в области контроля качества строительных работ по укладке мягкой рулонной кровли и последующей ее эксплуатации с использованием современных научных подходов, содержащихся в российских и зарубежных патентных базах данных.

Разработка выбранной темы по магистерской программе обучения «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений» соответствует актуальным направлениям в следующих областях исследований:

В паспорте специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения»:

1) п. 5. Разработка и совершенствование методов и систем качества строительных конструкций зданий и сооружений в период их строительства, эксплуатации, усиления и восстановления;

2) п. 8. Методы и техника оценки и диагностики технического состояния, усиление и восстановление конструкций и элементов эксплуатируемых зданий и сооружений, прогрессивные формы обслуживания зданий, сооружений и систем их жизнеобеспечения [45].

В паспорте специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия:

1) п. 8. Развитие системы контроля и оценки качества строительных материалов и изделий [46].

В паспорте специальности 05.23.08 – Технология и организация строительства:

1) п.2. Разработка конкурентоспособных новых и совершенствование существующих технологий и методов производства строительного-монтажных работ на основе применения высокопроизводительных средств механизации и автоматизации.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2) п.7. Разработка научных основ, методов и средств контроля и способов повышения качества продукции в строительстве и его производственной базе [47].

При разработке выбранной темы были использованы патенты, зарегистрированные по теме «кровельное покрытие» и по аналогичным классификациям в российском и международном патентном праве.

Передовые методы организации труда по устройству мягких кровельных покрытий с применением современного инновационного оборудования достаточно активно изучаются и совершенствуются. Большая часть работ в рамках данной тематики посвящена схемам подбора кровельного материала. Среди основных авторов можно выделить М.В. Долженкову, В.П. Ярцева, С.Ю. Нациевского, Л.В. Алексееву и других авторов [23, 73 – 74, 38, 43 – 44]. Вопросу испытания кровельного пирога на действие сосредоточенной нагрузки посвящена работа Г.Н. Шмелева [67].

Обзору проблем надежности и долговечности мягких кровельных покрытий посвящены исследования Ю.П. Шульженко, С.Д. Соковой и других исследователей [70 – 71, 60 – 62].

Большое внимание уделено вопросам применения гибкой черепицы и других современных мягких кровельных материалов. При выполнении настоящего исследования был сделан упор на работы В. Белякова, М.В. Панасюка и Э. Беспяткина, Я. Плахия и других исследователей [12, 29, 42, 44, 54].

Достаточно активно проводятся исследования и анализируются свойства теплоизоляционных материалов, представленных на рынке, согласно существующим стандартам. Вопросы возможностей применения современных теплоизоляционных материалов для кровельных покрытий достаточно подробно раскрываются в работах И.А Бердюгина, А. Воронина, П.И. Горелика, Т.В. Богатовой, А.С. Щербак и других исследователей [13, 14, 18 – 21, 39, 41, 72].

Поисково-патентная часть работы выполнена на основе методологии ТРИЗ и специальных поисково-патентных изданий, изложенной в соответствующих

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

работах Г.С. Альтшуллера, В.А. Михайлова и А.Л. Михайлова, В.Л. Ткалич, А. Л. Челядиной, Н.А. Шпаковского и других [9, 17, 28, 35, 48 – 50, 57, 64, 66, 68].

Расчетная и графическая часть работы была выполнена с использованием пакета прикладных программ MS Excel, MS Visio.

По своей структуре работа состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников и литературы (74 наименования) и двух приложений.

В первом разделе проведен обзор методов контроля качества устройства кровель, проведен патентный поиск в российской и международной базах патентных данных и сформулировано техническое задание на разработку улучшенных методов контроля качества устройства рулонных кровель.

Во втором разделе проведен анализ и дана научная классификация дефектов кровельных работ.

В третьем разделе раскрыта научная классификация методов контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов.

В четвертом разделе разработан новый инновационный способ контроля качества кровельных работ на основе способа теплового контроля.

В пятом разделе приведено экономическое обоснование разработанных предложений, а в шестом разделе – выработаны рекомендации по применению полученных научных выводов в строительной деятельности на практике.

В заключение работы приведены наиболее общие выводы по теме исследования и сформулированы рекомендации по применению полученных научных выводов в практике строительной деятельности.

Представленный в работе способ контроля качества кровельных работ на основе способа теплового контроля получил акт внедрения от ООО «Плант Сервис», выполняющего специализированные строительные работы по укладке мягкого кровельного покрытия (приложение Б).

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 Обзор методов контроля качества устройства кровель, патентный поиск и постановка задач исследования

1.1 Методы контроля качества устройства кровель

При устройстве мягкой кровли осуществляется производственный контроль качества работ, который включает в себя следующие составляющие:

- входной контроль мягких кровельных материалов и изделий, которые будут использованы при производстве работ;
- операционный контроль выполнения кровельных работ;
- приемочный контроль выполненных работ [56].

На всех этапах работ производится инспекционный контроль представителями технического надзора заказчика или непосредственно заказчиком.

Входной контроль должен проводиться в процессе комплектации материалами для производства работ по устройству крыши с целью подтверждения соответствия характеристик поставленных материалов проектным. При входном контроле должен проводиться:

- контроль проектной документации;
- контроль применяемых строительных материалов и изделий [56].

Операционный контроль должен проводиться в процессе устройства крыши, для контроля соответствия выполняемых подготовительных, строительномонтажных и заключительных работ проектной документации.

Приемо-сдаточный контроль следует проводить после окончания выполнения работ, для проверки соответствия смонтированной конструкции крыши проектным решениям с использованием следующих видов контроля:

- визуальный осмотр;
- инструментальный контроль [56].

При входном контроле строительных материалов следует проверять:

- наличие сопроводительных документов поставщика материалов и изделий (сертификата, декларации, свидетельства и т.п.) об их качестве (соответствии требованиям нормативных документов на их изготовление);

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

– подтверждения соответствия характеристик поставленных материалов, а также соответствие линейных размеров и свойств поставленных изделий проектным;

– соответствие на каждом упаковочном месте маркировки (этикеток, ярлыков или бирок) поставленным материалам и изделиям;

– пригодность к применению по установленным в сопроводительных документах срокам хранения (использования);

– отсутствие повреждений упаковок и самих материалов и изделий [56].

Результаты входного контроля строительных материалов и изделий оформляются протоколом проведения входного контроля материалов и/или изделий.

При операционном контроле выполнения подготовительных работ по капитальному ремонту крыши должны проводиться:

– проверка соответствия разработанного ППР;

– проверка наличия и соответствия установленным формам исполнительной документации, необходимой при выполнении строительно-монтажных работ;

– наличие и соответствие обозначения опасных зон и ограждения строительной площадки;

– наличие документов по оформлению результатов входного контроля;

– оформление актов скрытых работ на выполненные строительно-монтажные работы, устройство гидроизоляции [56].

Операционный контроль выполненных строительно-монтажных работ включает:

– визуальный осмотр каждого смонтированного слоя крыши и установленных изделий для проверки на соответствие проекту;

– инструментальный контроль соответствия толщин слоев пароизоляции, гидроизоляции, теплоизоляции, уклонов скатов крыши и высотных отметок проектной документации.

При визуальном осмотре плоских кровель определяют наличие зон застоя воды. Особое внимание уделяют воронкам, водоотводящим лоткам, местам

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

примыканий к выступающим конструкциям (парапетам, вытяжным трубам, аэраторам, поверхностям вентиляционных шахт, выходам на крышу и т. д.), мест крепления стоек и прохода коммуникаций [70].

Для плоских кровель с покрытием из рулонных и мастичных кровельных материалов в ходе наружного осмотра определяют наличие трещин на кровле и ее состояние у мест примыканий к выступающим конструкциям, мест установки инженерного оборудования.

Состояние гидроизоляции плоских кровель определяют по следующим показателям:

- отсутствие трещин, раковин, вздутий, отслоений, локальное изменение внешнего вида, и прочих дефектов;
- отсутствие расслоений в местах швов [63].

Определение уровня застойных зон поверхности плоских кровель выполняется с помощью следующих инструментов:

- деревянной или металлической (алюминиевой) рейки размерами не менее 2000x20x50 мм;
- металлической линейки [63].

Рейка укладывается на поверхность плоских кровель вдоль и поперек уклона, измеряются наибольшие по высоте отклонения поверхности кровли от нижней грани рейки. Результат измерения округляется до 1 мм. На крыше не должно быть застойных зон (проминаний) глубиной более 20 мм.

Определение уклона плоских кровель (отношение высоты высшей точки участка кровли к проекции его длины на горизонтальную плоскость) и уровень понижения поверхности плоских кровель в местах расположения водоотводящих воронок выполняется электронным уклономером или иным инструментом, обеспечивающим точность измерения не менее 1 мм на 1 м проекции. Величины уклонов должны соответствовать проектным значениям [56].

Контроль соответствия размеров фактически выполненных узлов проектным проводятся с помощью металлической линейки, рулетки и прочих измерительных приборов.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Целостность соединения полотен рулонных материалов определяется в местах, вызывающих сомнения, с помощью таких специальных инструментов, как:

- бастарда – у крыш с полимерным гидроизоляционным материалом,
- шлицевая отвертка – у крыш с битумсодержащим гидроизоляционным материалом [58].

Инструмент не должен проникать между полотнищами рулонов в месте шва.

В процессе выполнения работ осуществляют контроль пароизоляционного слоя. Пароизоляция кровли в конструкции утепленной кровли играет важную и ответственную роль. Ошибки монтажа и повреждения пароизоляционного слоя могут привести к накоплению влаги в утеплительном материале, следовательно, качество утепления резко ухудшится. Поэтому качеству монтажа пароизоляции кровли постоянно уделяется большое внимание. В процессе монтажа утепленной кровли контроль качества монтажа пароизоляции осуществляется обязательно. Это особенно важно потому, что работы по монтажу пароизоляции относятся к скрытым работам.

Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству пароизоляции приведена в приложении А (таблица А 1).

Входной и операционный контроль осуществляют: мастер (прораб) – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: мастер (прораб), представители технадзора заказчика и проектной организации (в случае его участия).

В настоящее время имеется несколько методов инструментального контроля, которые получают все большее распространение. Первым и уже достаточно распространенным в нашей стране методом контроля служит термография. Этот метод контроля реализуется с помощью прибора называемого термоанемометр. Этот прибор позволяет выявить и численно охарактеризовать конвекционный перенос воздушных масс в определенном месте конструкции крыши. Основой конструкции прибора служит отрезок проволоки, через который пропускается электрический ток, нагревающий проволоку. Принцип работы прибора основывается на взаимосвязи скорости воздушного потока, в которой помещена проволока, и теплоотдачи нагретой проволоки. Особенно важно, что контроль

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

осуществляется непосредственно после монтажа пароизоляции до того, как она будет закрыта внутренней отделкой. Прибор регистрирует воздушный потока скоростью от 0,1м/с.

Другим методом качества пароизоляции кровли является тест на разницу давлений. Для проведения тестирования по этому методу в помещении по возможности герметично закрываются двери, окна и вентиляционные каналы. Далее с использованием вентилятора, который устанавливается в дверной проем, путем откачивания воздуха добиваются того, чтобы разница давления в помещении и вне его составила 50Па. В процессе откачки фиксируется, количество откаченного воздуха и время откачки. После выключения вентилятора атмосферный воздух проникает в помещение через щели и неуплотненные примыкания, в результате со временем давление по обе стороны двери выравнивается. Это время тоже фиксируется, чем больше время, тем лучше пароизоляция кровли.

Описанные методы инструментального контроля могут быть дополнены методом тепловизионной диагностики. Этот метод основывается на том, что наличие дефектов в тепловом контуре здания приводит к изменению температуры в области этих дефектов, которые регистрируются тепловизором.

С целью определения мест и размеров участков, подлежащих ремонту для восстановления требуемых теплозащитных качеств, производят контроль качества работ по устройству теплоизолирующего слоя. Выполненная теплоизоляция должна соответствовать требованиям таблицы 5.2 СП 71.13330.2017 [5].

Контроль качества теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционные материалы, применяемые в конструкциях тепловой изоляции, должны иметь паспорт, сертификат качества и соответствия. При возникновении сомнений в соответствии качества поступивших теплоизоляционных материалов паспорту или сертификату необходимо выборочно осуществить проверку их на плотность, сжимаемость или влажность. В особых случаях образцы материалов могут быть переданы в аккредитованные лаборатории для подтверждения их фактической теплопроводности.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству теплоизоляции приведена в приложении А (таблица А 2).

Окончательная дефектная ведомость, куда заносят все фактические показатели смонтированной изоляции, установленные при приемке, составляется после сопоставления показателей смонтированной изоляционной конструкции с проектными данными и учета изменений, внесенных в процессе монтажа (если таковые имеются и согласованы с проектной организацией и заказчиком).

Окончательную приемку с составлением акта сдачи-приемки производят после устранения замеченных недостатков по дефектной ведомости. При производстве теплоизоляционных работ до монтажным способом окончательная приемка тепловой изоляции осуществляется после установки объекта в проектное положение и по завершении изоляционных работ монтажных стыков.

На следующем этапе производятся работы по устройству уклонообразующего слоя. При внутреннем осмотре проводят визуальное обследование стыков стен с конструкциями крыши, стыков плит перекрытия; выявляют следы протечек, плесени в верхней части стен, выщелачивания бетона и т.п.

При инструментальном контроле скатной крыши определяют соответствие уклонов крыши проектным уклонам, размеры и шаг обрешетки и несущих конструкций (где это возможно), соответствие размеров фактически выполненных узлов проектным. Контроль соответствия размеров фактически выполненных узлов их проектным типам проводятся с помощью металлической линейки, рулетки и прочих измерительных приборов.

При наличии в конструкции крыши вентиляционных пространств и элементов пассивной вентиляции следует проверить соответствие их работы проектным решениям, измеряя скорость потока воздуха ареометром. При выявлении в ходе визуального и инструментального осмотра дефектов, при отсутствии явной причины их возникновения, следует произвести вскрытие фрагмента крыши, проверяют соответствие ее конструкции проектным решениям: наличие функциональных элементов и слоев конструкции крыши, их состояние и работоспособность.

Схема операционного контроля качества технологических процессов по

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

устройству уклонообразующего слоя приведена в приложении А (таблица А 3). Устройство уклонообразующего слоя выполняется из керамзита, путем закрепления его армирующей сеткой.

Керамзит – это легкий и достаточно твердый, теплосберегающий материал, который получают при обжигании глинистого сланца. Его укладывают на разные основания – бетонные плиты, профилированный лист или утеплитель. Для плоских крыш используется керамзит максимальной фракции 2,3 см. Более крупная фракция не позволяет сделать ровную поверхность под уклоном и выверить достаточно точный угол. Толщина слоя зависит от того, будет ли слой керамзита внешним или внутренним в кровельном пироге. Если это внешний слой, его минимальная допустимая толщина составляет 5 см.

На следующем этапе выполняются работы по устройству цементно-песчаной стяжки [63].

Монолитные стяжки из цементно-песчаного раствора или мелкозернистого бетона должны иметь прочность на сжатие не менее 12,5 МПа. и укладываться сразу на расчетную толщину, указанную в проекте. При устройстве стяжки должны быть учтены требования таблицы 16 СП71.13330.2017 [5].

На подготовленное основание бетонщиками устанавливаются маяки (профильная труба 20x40мм) по маркам на уровне проектной отметки. Установленные маяки выверяют при помощи строительного уровня и контрольной рейки.

Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству цементно-бетонной стяжки приведена в приложении А (таблица А 4).

Допускаемые отклонения просветов между контрольной двухметровой рейкой и проверяемой поверхностью элемента для следующих слоев:

- бетонных подстилающих слоев под оклеенную гидроизоляцию и покрытия на прослойке из горячей мастики – 5 мм;
- бетонных подстилающих слоев под покрытия других типов – 10 мм [63].

Необходимо путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии признаков расслоения бетонной смеси, в наличии в бетонной смеси требуемых фракций крупного заполнителя.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Также необходимо контролировать устройство гидроизоляции кровли из наплаваемых рулонных битумно-полимерных материалов. В процессе подготовки и выполнения гидроизоляционных работ проверяют следующее:

- качество битумно-полимерного материала, которое должно соответствовать требованиям ТУ;
- качество работ по оштукатурке основания;
- готовность отдельных конструктивных элементов покрытия для выполнения гидроизоляционных работ;
- правильность выполнения всех примыканий к выступающим конструкциям;
- проверку уклонов скатов и ровности поверхности после укладки каждого слоя ковра;
- соответствие числа слоев кровельного ковра указаниям проекта [63].

Требования к качеству кровель и предметы контроля приведены в приложении А (таблица А 5).

Готовый материал, отправляемый непосредственно на участок работ по устройству гидроизоляционного покрытия, сопровождается паспортом, по которому осуществляется входной контроль получаемого материала.

Данные операционного контроля качества приготовления материала, лабораторных испытаний и паспортные заносят в журналы.

Приемочному контролю с составлением акта на скрытые работы и освидетельствованию качества с участием производителя работ, главного инженера и представителя технического надзора заказчика подлежат: подготовленная под гидроизоляцию поверхность сооружения; грунтовка; основное гидроизоляционное покрытие, если проектом предусмотрено последующее закрытие его другими покрытиями, грунтом, ограждением или водой. Составление актов освидетельствования скрытых работ в случаях, когда последующие работы должны начинаться после длительного перерыва, осуществляют непосредственно перед производством последующих работ.

Обнаруженные в процессе производства работ и приемочных

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

освидетельствований дефекты необходимо устранить до начала последующих работ. Производственный контроль качества работ по устройству рулонных кровель должен включать входной контроль качества кровельных материалов, операционный контроль соблюдения заданной технологии выполнения кровельных работ и качества выполнения отдельных технологических операций, приемочный контроль соответствия готовой кровли требованиям проекта и нормативных документов. Физико-механические характеристики кровельных материалов и их контролируемые параметры представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение физико-механических характеристик кровельных материалов «Техноэласт»

№	Маркировка	Техноэласт ФИКС	Техноэласт ЭПП	Техноэласт ЭКП	Техноэласт ДЕКОР	Техноэласт ПЛАМЯ- СТОП
1	Толщина, мм ($\pm 0,1$ мм)	3,0	4,0	4,2	4,2	4,0
2	Масса 1 м ² , кг, ($\pm 0,25$ кг)	4,0	4,95	5,2	5,2	4,6
3	Разрывная сила** в продольном/поперечном направлении, Н, не менее	600/ 600	600/ 400	600/ 400	600/ 400	600/ 400
4	Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м ² , не менее	—	2,0	2,0	2,0	2,0
5	Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1	1	1	1	1
6	Потеря посыпки, г/образец, не более	—	—	1	1	1
7	Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	-35	-35	-35	-35	-35
8	Температура гибкости на брусе R=25 мм, °С, не выше	-25	-25	-25	-25	-25
9	Температура гибкости на брусе R=10 мм, °С, не выше	-25	-25	-25	-25	-25
10	Теплостойкость, °С, не менее	100	100	100	100	100

Таким образом, строительный контроль является многоуровневой интегрированной системой и включает в себя ряд мероприятий и процедур, обязательных для выполнения на всех этапах (стадиях) строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства.

Строительный контроль состоит из строительного контроля застройщика (заказчика), лабораторного контроля, геодезического контроля, производственного контроля, авторского надзора, контроля по вопросам инженерных изысканий.

Оценка соответствия законченного строительством объекта требованиям его безопасности, установленным техническими регламентами, иными нормативными и правовыми документами, проектно-сметной документацией, являющимися доказательной базой соблюдения требований технических регламентов, выполняется и удостоверяется итоговым заключением органа государственного строительного надзора, выдаваемым застройщику (заказчику) и подтверждающим возможность безопасной эксплуатации объекта.

1.2 Патентный поиск в российской и международной базах данных

Внешний вид и удобство эксплуатации здания зависят от качества кровли. Кровельные работы требуют серьезной подготовки и грамотного выбора материалов.

В процессе выполнения кровельных работ контролируются:

- качество кровельных материалов и правильность их подготовки;
- подготовка основания под кровлю;
- технологический процесс устройства кровли;
- качество готовой кровли.

На сегодняшний день разработано большое число методов контроля качества устройства кровель, классификация и краткий обзор которых представлены в таблице 1.2.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблица 1.2 – Классификация и краткий обзор методов контроля качества устройства кровель [7]

Вид контроля	Объект контроля	Возможные дефекты
Ультразвуковой контроль	Подлежат обследованию: ограждения; крюки безопасности; снегобарьеры; механизмы для передвижения по крыше	деформации, изломы, изгибы, перепады толщины материала
Тепловой контроль	Подлежат обследованию: слои кровельного покрытия; места примыканий.	нарушение структуры материала, нарушение герметичности соединений, стыков
Магнитный контроль	Подлежат обследованию: ограждения; металлические соединения крыш; толщина покрытий; внутренняя теплоизоляция.	дефекты сварных швов, изломы металлических предметов и соединений, нарушение толщины лакокрасочных покрытий
Радиографический контроль	Подлежат обследованию: Сварные соединения листовых трубчатых элементов; металлические соединения крыш; каналы блоков и заваренные стыковые ниши.	Отсутствие цементно-песчаного раствора в стыковых нишах, дефекты сварных швов, изломы металлических предметов и соединений
Капиллярный контроль	Подлежат обследованию: объекты кровли любых размеров и форм, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов и других ферромагнитных материалов.	малые по величине дефекты, к которым не может быть применен визуальный контроль
Геодезический контроль	Подлежат контролю: точность положения возводимых или временно закрепляемых строительных конструкций и их элементов, а также инженерных коммуникаций относительно тех требований, которые указаны в проектной документации	вертикальные перемещения – осадки, просадки, прогибы; горизонтальное перемещение – сдвиг; крен.

Наиболее важным свойством для строящегося или ремонтируемого здания является его теплоизоляция. Тепловой контроль – один из видов неразрушающего контроля, основанный на фиксации и преобразовании инфракрасного излучения в видимый спектр. Тепловой метод применяется во всех отраслях промышленности, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов.

В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля стал одним из самых востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном

производстве. Основными достоинствами теплового контроля являются:

- универсальность,
- точность,
- оперативность,
- высокая производительность и возможность проводить контроль дистанционно.

По одной из классификаций, можно выделить следующие виды теплового контроля:

- тепловизионный контроль;
- контроль теплопроводности;
- контроль температуры;
- контроль плотности тепловых потоков.

Условно различают пассивный и активный тепловой неразрушающий контроль. Пассивный тепловой неразрушающий контроль не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия.

Активный тепловой неразрушающий контроль напротив, предполагает нагрев объекта внешними источниками. Активный метод применяется тогда, когда во время эксплуатации объект самостоятельно не выделяет тепловое излучение, достаточное для проведения контроля. При активном методе, объект нагревается различными внешними источниками.

Типичные объекты, контролируемые данным методом, – это многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты, требующие внешней тепловой нагрузки. Так как тепловой неразрушающий контроль применяется при выявлении дефектов в строительстве, проведем патентный поиск и выявим основные тенденции в сфере совершенствования методов контроля. Патентный поиск проведем на основе следующего запроса:

Поле	Значение
Название:	Способ теплового неразрушающего контроля
МПК:	G01 N25/*

Результаты поиска представлены в таблице 1.3.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Таблица 1.3 – Результаты патентного поиска по теме «Способ теплового неразрушающего контроля» для работ по устройству кровли

№	Номер документа	Дата публикации	Название	Применимость к теме исследования	Библиотека
1	2473892	27.01.2013	Способ неразрушающего теплового контроля состояния арматуры в протяженных железобетонных изделиях	Не применимо	НИЗ
2	2473892	27.01.2013	Способ неразрушающего теплового контроля состояния арматуры в протяженных железобетонных изделиях	Не применимо	РИ
3	2323435	27.04.2008	Способ неразрушающего теплового контроля сопротивления теплопередаче строительных конструкций	Применимо	РИ
4	2316760	10.02.2008	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	НИЗ
5	2578260	27.03.2016	Способ теплового неразрушающего контроля скрытых дефектов вспененного изолирующего слоя с многослойной структурой	Применимо	РИ
6	2262686	20.10.2005	Способ теплового неразрушающего контроля	Применимо	РИ
7	2323435	27.04.2008	Способ теплового неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительных конструкций	Не применимо	НИЗ
8	2316760	10.02.2008	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	РИ
9	2578260	27.03.2016	Способ теплового неразрушающего контроля скрытых дефектов вспененного изолирующего слоя в изделиях с многослойной структурой	Применимо	НИЗ
10	2262686	20.10.2005	Способ теплового неразрушающего контроля	Применимо	НИЗ
11	2261437	27.09.2005	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	НИЗ
12	2261437	27.09.2005	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	РИ

Продолжение таблицы 1.3

№	Номер документа	Дата публикации	Название	Применимость к теме исследования	Библиотека
13	2649247	30.03.2018	Способ анализа результатов активного теплого неразрушающего контроля изделий из полимерных композиционных материалов	Применимо	РИ
14	2590347	10.07.2016	Способ бесконтактного одностороннего активного теплого неразрушающего контроля	Применимо	НИЗ
15	2590347	10.07.2016	Способ бесконтактного одностороннего активного теплого неразрушающего контроля	Применимо	РИ
16	2649247	30.03.2018	Способ анализа результатов активного теплого неразрушающего контроля изделий из полимерных композиционных материалов	Применимо	НИЗ
17	2480739	27.04.2013	Способ теплого неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительной конструкции	Не применимо	РИ
18	2011135711	27.02.2013	Способ теплого неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительной конструкции	Не применимо	ЗИЗ
19	2003112053	27.10.2004	Способ активного теплого неразрушающего контроля качества объекта	Применимо	ЗИЗ
20	2315983	27.01.2008	Способ определения дефектов в изделии методом теплого неразрушающего контроля	Применимо	РИ
21	2644031	07.02.2018	Способ теплого неразрушающего контроля стабильности качества изделий из полимерных композиционных материалов в процессе их серийного производства	Не применимо	РИ
22	2644031	07.02.2018	Способ теплого неразрушающего контроля стабильности качества изделий из полимерных композиционных материалов в процессе их серийного производства	Не применимо	НИЗ

Продолжение таблицы 1.3

№	Номер документа	Дата публикации	Название	Применимость к теме исследования	Библиотека
23	2235993	10.09.2004	Способ активного теплого неразрушающего контроля качества объекта	Применимо	НИЗ
24	2235993	10.09.2004	Способ активного теплого неразрушающего контроля качества объекта	Применимо	РИ
25	2315983	27.01.2008	Способ определения дефектов в изделии методом теплого неразрушающего контроля	Применимо	НИЗ
26	2009105019	27.08.2010	Способ теплого неразрушающего контроля теплотехнических характеристик многослойных конструкций в нестационарных условиях теплопередачи	Применимо	ЗИЗ
27	2480739	27.04.2013	Способ теплого неразрушающего контроля сопротивления теплопередачи строительной конструкции	Не применимо	НИЗ
28	2219534	20.12.2003	Способ теплого неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	РИ
29	2005129502	27.03.2007	Способ теплого неразрушающего контроля сопротивления теплопередачи строительной конструкции	Не применимо	ЗИЗ
30	2005126461	27.02.2007	Способ теплого неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	ЗИЗ
31	2488102	20.07.2013	Способ определения теплопроводности твердого тела активным методом теплого неразрушающего контроля	Применимо	РИ
32	2403562	10.11.2010	Способ теплого неразрушающего контроля теплотехнических характеристик многослойных конструкций в нестационарных условиях теплопередачи	Применимо	РИ
33	2379668	20.01.2010	Способ теплого неразрушающего контроля рабочего тела	Не применимо	РИ

08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР

Лист

25

Окончание таблицы 1.3

№	Номер документа	Дата публикации	Название	Применимость к теме исследования	Библиотека
34	2383008	27.02.2010	Способ неразрушающего теплотехнических характеристик материалов и конструкций теплового контроля	Применимо	РИ
35	2428682	10.09.2011	Способ неразрушающего теплотехнического протяженных сложнопрофильных труднодоступных объектов теплового контроля состояния	Применимо	РИ
36	2002124295	27.03.2004	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Применимо	ЗИЗ

Таким образом, всего было найдено 36 документов, из которых:

- Рефераты российских изобретений – найдено 18 документов.
- Заявки на российские изобретения – найдено 6 документов.
- Полные тексты российских изобретений из трех последних бюллетеней – 12 документов.

Проанализируем рефераты российских изобретений, которые могут быть применимы к контролю качества устройства кровельного покрытия.

Анализ начинается с изучения библиографических данных, который приведен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Анализ библиографических данных российских изобретений по способу теплового неразрушающего контроля качества

Номер патента	Дата	МПК	Название	Патентообладатель	Патенты-аналоги
2649247	30.03.2018	G01N 25/72 G01J 5/60	Способ анализа результатов активного теплового неразрушающего контроля изделий из полимерных композиционных материалов	Акционерное общество "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г. Ромашина" (RU)	RU 2578260 C1, 27.03.2016. US 20030137318 A1, 24.07.2003. SU 1712852 A1, 15.02.1992. RU 2420730 C2, 10.06.2011.

Продолжение таблицы 1.4

Номер патента	Дата	МПК	Название	Патентообладатель	Патенты-аналоги
2590347	10.07.2016	G01N 25/72	Способ бесконтактного одностороннего активного теплового неразрушающего контроля	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (RU)	RU 2509300 C1, 10.03.2014. US 5631465 A1, 20.05.1997. US 6516084 B2, 04.02.2003. RU 2235993 C1, 10.09.2004. RU 2379668 C1, 20.01.2010. WO 2001007902 A1, 01.02.2001.
2578260	23.06.2016	G01N 25/72	Способ теплового неразрушающего контроля скрытых дефектов вспененного изолирующего слоя с многослойной структурой	Липатников Владимир Валентинович (RU). Кашапов Марат Назмтдинович (RU). Ильинец Яков Иосифович (RU). Семенов Андрей Николаевич (RU). Ильинец Михаил Яковлевич (RU)	RU 2420730 C2, 10.06.2011 RU 2403562 C1, 10.11.2010 RU 2480739 C1, 27.04.2013 US 8759770 B1, 24.06.2014 RU 2512663 C2, 10.04.2014 US 6000844 A1, 14.12.1999
2488102	20.07.2013	G01N 25/18	Способ определения теплопроводности твердого тела активным методом теплового неразрушающего контроля	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодский государственный технический университет"	RU 2224245 C2, 20.02.2004. RU 2379668 C1, 20.01.2010. RU 2421711 C2, 20.06.2011. JP 2009236528 A, 15.10.2009. US 7364697 B2, 29.04.2008.
2428682	10.09.2011	G01N 25/72	Способ теплового неразрушающего контроля теплотехнического состояния протяженных сложнопрофильных труднодоступных объектов	Будадин Олег Николаевич (RU), Иванушкин Евгений Федорович (RU), Абрамова Елена Вячеславовна (RU), Гринштейн Михаил Лазаревич (BY), Бобров Валентин Иванович (BY), Зюзин Михаил Сергеевич (BY)	SU 444099 A1, 25.09.1974. SU 254849 A1, 01.01.1969. JP 6300636 A, 28.10.1994. JP 6118120 A, 28.04.1994.

08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР

Лист

27

Продолжение таблицы 1.4

Номер патента	Дата	МПК	Название	Патентообладатель	Патенты-аналоги
2403562	10.11.2010	G01N 25/72	Способ теплового неразрушающего контроля теплотехнических характеристик многослойных конструкций в нестационарных условиях теплопередачи	Будадин Олег Николаевич (RU), Иванушкин Евгений Федорович (RU), Абрамова Елена Вячеславовна (RU), Гринштейн Михаил Лазаревич (BY), Бобров Валентин Иванович (BY)	SU 444099 A1, 25.09.1974. SU 254849 A1, 01.01.1969. JP 6300636 A, 28.10.1994. JP 6118120 A, 28.04.1994.
2383008	27.02.2010	G01N 25/18	Способ теплового неразрушающего контроля теплотехнических характеристик материалов конструкций	Будадин Олег Николаевич (RU), Абрамова Елена Вячеславовна (RU), Батов Георгий Павлович (RU), Юмштык Николай Григорьевич (RU)	RU 2316760 C2, 10.02.2008 RU 2323435 C2, 27.04.2008 RU 2002124295 A, 27.03.2004 US 6517238 B2, 11.02.2003
2323435	27.04.2008	G01N 25/18	Способ неразрушающего теплового контроля сопротивления теплопередаче строительных конструкций	ООО Технологический Институт Энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» (RU)	RU 2086970 C1, 10.08.1997. RU 2219534 C1, 20.12.2003. US 5292195 A, 08.03.1994.
2316760	10.02.2008	G01N 25/18	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	ООО Технологический Институт Энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» (RU)	RU 2219534 C1, 20.12.2003. RU 2171469 C1, 27.07.2001. US 5292195 A, 08.03.1994.
2315983	27.01.2008	G01N 25/00	Способ определения дефектов в изделии методом теплового неразрушающего контроля	Федеральное государственное унитарное предприятие "Московское машиностроительное производственное предприятие "САЛЮТ" (ФГУП ММПП -САЛЮТ)	RU 2219531 C1, 20.12.2003 RU 2235303 C1, 27.08.2004 SU 979944 A1, 07.12.1982 EP 0840110 A, 06.05.1998

08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР

Лист

28

Окончание таблицы 1.4

Номер патента	Дата	МПК	Название	Патентообладатель	Патенты-аналоги
2262686	20.10.2005	G01N 25/72	Способ теплового неразрушающего контроля	ООО Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля "ВЕМО" (RU)	RU 2219534 C1, 20.12.2003. RU 2098756 C1, 10.12.1997. US 4568198 A, 04.02.1986. US 6132082 A, 17.10.2000. WO 8700632 A1, 29.01.1987.
2261437	27.09.2005	G01N 25/00	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» (RU)	RU 2219534 C1, 20.12.2003. RU 2140070 C1, 20.10.1999. SU 1804617 A3, 23.03.1993. EP 0347571 A1, 27.12.1989. US 4630938 A, 23.12.1986. US 3971246 A, 27.07.1976.
2235993	10.09.2004	G01N 25/72	Способ активного теплового неразрушающего контроля качества объекта	Федеральное государственное унитарное предприятие «Московское машиностроительное производственное предприятие «САЛЮТ» (RU)	SU 1538107 A1, 23.01.1990. SU 1497543 A1, 30.07.1989. SU 1712852 A1, 15.02.1992. SU 1769101 A1, 15.10.1992. SU 1827611 A1, 15.07.1993.
2219534	20.12.2003	G01N 25/72	Способ теплового неразрушающего контроля многослойных объектов	Будадин Олег Николаевич, Троицкий-Марков Тимур Евгеньевич, Абрамова Елена Вячеславовна, Сучков Виталий Иванович	RU 2171469 C1, 27.07.2001. RU 2162597 C1, 27.01.2001. RU 2140070 C1, 20.10.1999. RU 2022262 C1, 27.01.2001.

Как видно из таблицы 1.4, всего найдено 14 патентов, применимых к теме исследования. В четырех работах приняла участие группа исследователей во главе с Будадиным Олегом Николаевичем. Данные ученые занимались вопросами оптимизации способов теплового неразрушающего контроля многослойных объектов, теплотехнических характеристик материалов и конструкций,

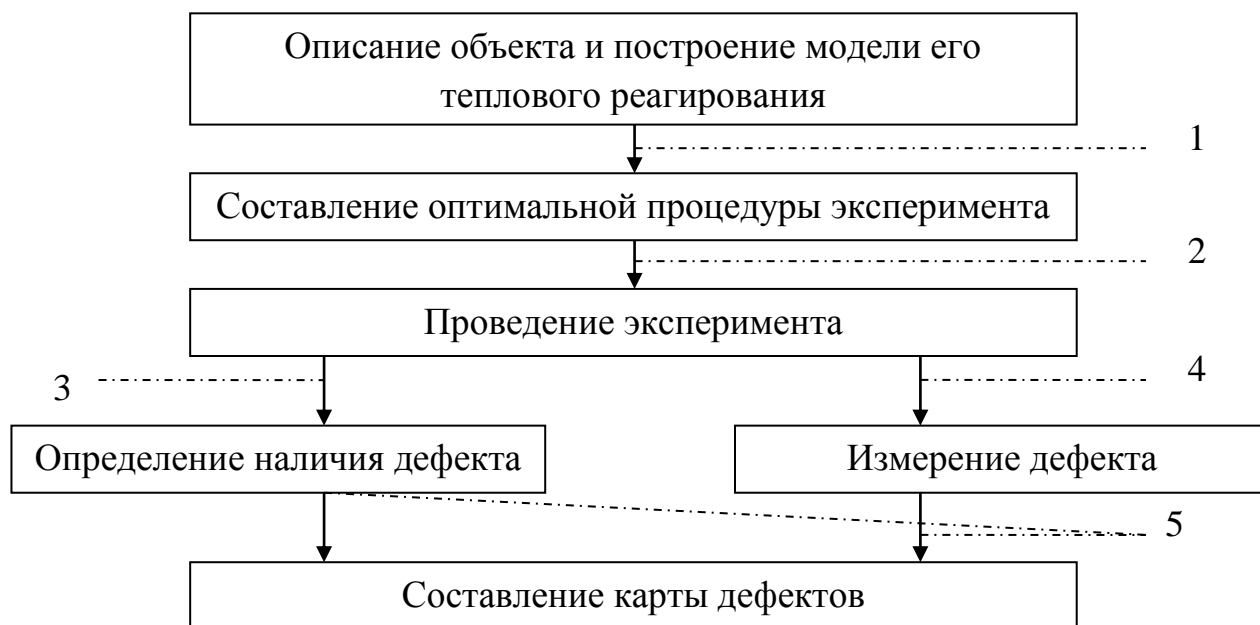
					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

многослойных конструкций в нестационарных условиях теплопередачи и протяженных сложнопрофильных труднодоступных объектов.

В трех исследованиях патентообладателем является ООО «Технологический Институт Энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО». Данный институт оптимизировал способы неразрушающего теплового контроля многослойных объектов, а также сопротивления теплопередаче строительных конструкций.

Все патенты зарегистрированы в классе G01 N – «Исследование или анализ материалов путем определения их химических или физических свойств (измерение или испытание с помощью ферментов или микроорганизмов)».

Основная технология теплового контроля и основные проблемы, сопутствующие его проведению, представлены на рисунке 1.1.



Цифрами на рисунке обозначено:

- | | |
|---|---|
| № | Проблема теплового неразрушающего контроля |
| 1 | Проблема построения оптимальной модели поведения исследуемого материала |
| 2 | Проблема корректности эксперимента: проблема поиска необходимого оборудования и проблема соответствия эксперимента внешним условиям его проведения. В некоторых условиях используемое оборудование может не показывать качественного результата |
| 3 | Проблема пропуска части дефектов |
| 4 | Проблема неправильного отображения параметров дефекта |
| 5 | Проблема искажения карты дефектов |

Рисунок 1.1 – Схема технологии теплового неразрушающего контроля и основные сопутствующие проблемы

Исходным пунктом является анализ объекта контроля. Теплофизические характеристика объекта, глубина и размеры дефекта определяют амплитуду температурного сигнала над дефектом и оптимальное время его выявления. Предельные параметры обнаруживаемых дефектов определяются уровнем шума. При правильно поставленном эксперименте преобладающими являются шумы, обусловленные объектом контроля. Таким образом, свойства объекта контроля определяют требования к аппаратуре теплового контроля, в частности, к частоте записи термограмм, мощности и длительности нагрева [33].

Моделирование конкретной процедуры теплового контроля позволяет осуществить оптимизацию эксперимента с учетом возможных практических ограничений. Результатом оптимизированного эксперимента, как правило, является температурная функция $T(i,j,\tau)$, определенная для каждой точки объекта контроля, в рассматриваемой теме – для каждой точки кровельного покрытия.

Проанализируем найденные патенты на предмет получения информации о моделировании процедуры теплового контроля. Результаты представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Анализ патентов на предмет решения проблемы построения качественной модели поведения анализируемого материала

Номер патента	Какой параметр моделируется (с чем сравниваются результаты эксперимента)
2649247	Скорость нагрева соответствующего участка образца. Такой подход избавляет от необходимости определять точку начала нагрева (точка изгиба)
2590347	Модель не строится. В зону нагрева источником оптического излучения вместе с контролируемым материалом размещают эталонный образец
2578260	Выбирается время тепловой инерции, рассчитывается предельная величина изменения температуры (X°) при нагреве. Фактический результат сравнивается с предельной величиной
2488102	Момент наступления стационарного теплового режима твердого тела
2428682	Тепловой поток участка объекта, имеющего качественную, принимаемую за эталонную, теплоизоляцию
2403562	Температурное поле $T(x,y)$ поверхности с пространственным шагом – Δa
2383008	Величины погрешности температуры и теплового потока, Эксперимент выявляет участки, где фактические значения превышают заранее установленные погрешности

Окончание таблицы 1.5

Номер патента	Какой параметр моделируется (с чем сравниваются результаты эксперимента)
2323435	Определяют временной интервал, необходимый для получения достоверного результата
2316760	Выбирают термически однородные зоны. Задают погрешность между сравниваемыми температурами $\delta \leq \pm 8,5\%$. Определяют временные интервалы и на выбранных временных интервалах вычисляют коэффициент теплоотдачи (α). Выбирают значения теплопроводности (λ), при которых $\alpha = \alpha + \Delta\alpha$.
2315983	Задают стандартный темп остывания объекта после нагрева. Измеряют темп остывания для исследуемого и эталонного объекта
2262686	Величины погрешности температуры и теплового потока, Эксперимент выявляет участки, где фактические значения превышают заранее установленные погрешности
2261437	Определяют временной интервал, необходимый для получения достоверного результата. Производят сравнение рассчитываемой плотности и определяемой плотности теплового потока через ту же поверхность.
2235993	Моделирование не осуществляется. Измерение производят в направлении, не совпадающем с вектором теплового потока
2219534	Определяют временной интервал, необходимый и достаточный для получения достоверного результата. Задают произвольно и многократно значение теплопроводности нужного слоя. Рассчитывают для каждого заданного значения теплопроводности теоретически возможную температуру и плотность теплового потока соответственно наружной и внутренней поверхностей

В Российской Федерации на практике используется способ определения качества объектов по анализу их сопротивления теплопередаче (ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций) [6].

Описанный здесь способ заключается в создании теплового потока через контролируемый объект, одномоментном измерении величины теплового потока (q) и температуры (T_H , T_B) на противоположных сторонах контролируемого объекта и определении качества объекта по его сопротивлению теплопередаче в соответствии с формулой 1:

$$R = \frac{q}{|T_H - T_B|}, \quad (1)$$

где: q – величина теплового потока;

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

T_n – температура на наружной стороне контролируемого объекта;

T_b – температура на внутренней стороне контролируемого объекта.

Данный метод нагляден, имеет большую производительность. Однако имеется недостаток, который ограничивает область его применения и значительно снижает точность получаемых результатов. Он заключается в том, что в соответствии с классическим определением сопротивления теплопередаче, метод применим только при условии стационарного процесса теплопередачи через контролируемый объект (только при условии равенства потоков, входящих в объект на одной поверхности (q_n) и выходящих (q_b) из объекта на другой поверхности: ($q_n = q_b = q$)).

Наиболее интересным на наш взгляд является технология, описанная в патенте №2 235 993.

На момент анализа распространенным вариантом является тепловизионный анализ зданий, в котором съемку ведут по направлению вектора теплового потока. Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получаются на экране тепловизора в виде цветного изображения, градации цвета которого соответствуют различным температурам (рисунок. 1.2).

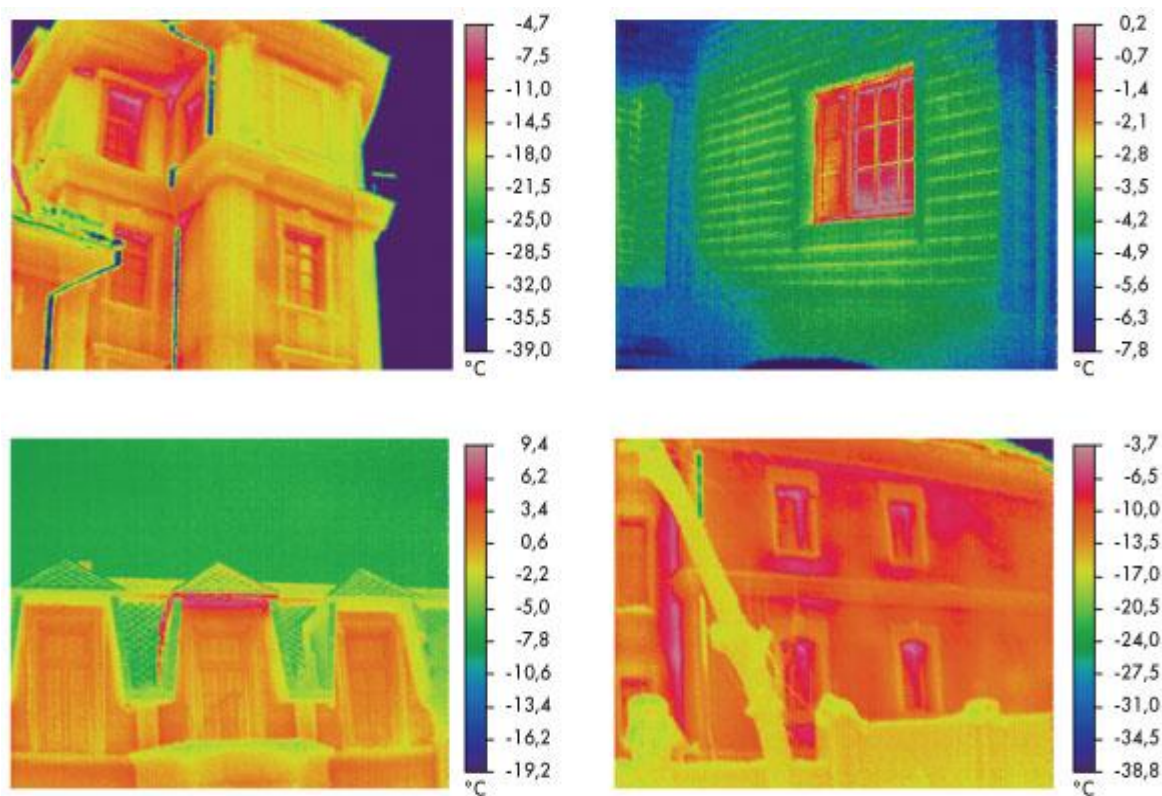


Рисунок 1.2 – Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Тепловизионную съемку поверхности объекта ведут в направлении, не совпадающем с вектором теплового потока.

Выявление протечек на кровле, места скопления влаги, места повышенных теплопотерь на чердаках имеют тепловизионную картинку, представленную на рисунке 1.3.

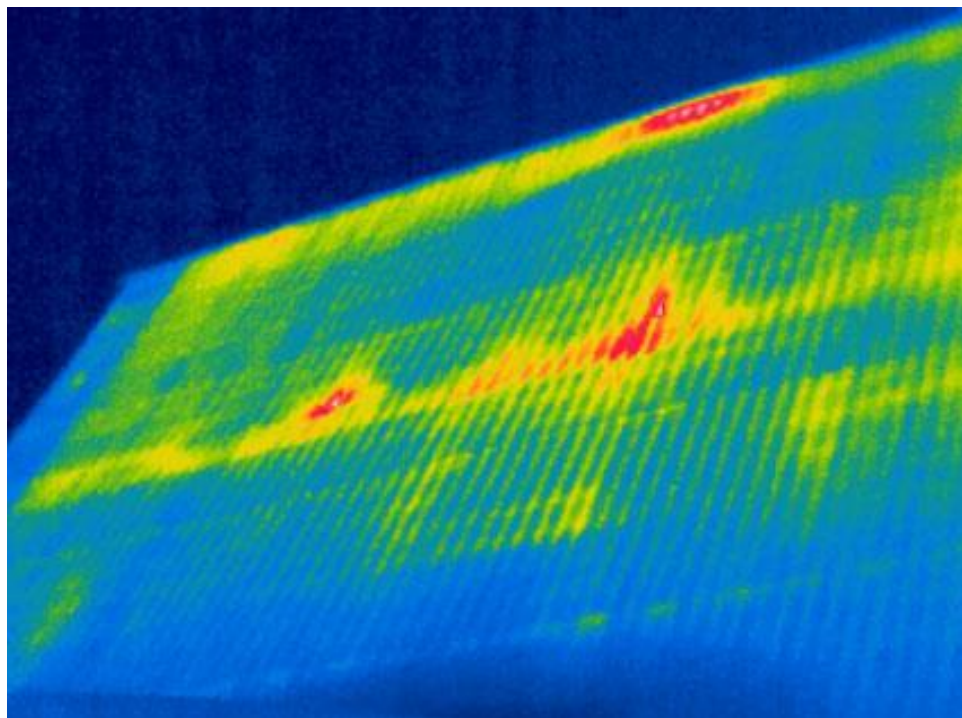


Рисунок 1.3 – Температурные поля поверхностей кровли, имеющей дефекты

Тепловизоры снабжены устройством для высвечивания на экране изотермических поверхностей, а также устройством для измерения выходного сигнала, значение которого функционально связано с измеряемой температурой поверхности.

Анализ экспериментальных данных проводят с помощью специализированного программного обеспечения, ставя цель обнаружить дефекты с заданными статистическими характеристиками, такими, как вероятность правильного обнаружения и вероятность ложной тревоги. Если дефект обнаружен, возможна оценка его параметров путем решения обратной задачи теплового контроля. На этом этапе определим хронологию целей анализируемых патентов.

Результаты анализа представлены в таблице 1.6.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 1.6 – Хронология целей патентов по теме «Способ теплового неразрушающего контроля»

Номер патента	Дата патента	Номер патента или публикации - ближайшего аналога	Недостаток патента - ближайшего аналога	Цель разработки
2649247	30.03.2018	Применение Фурье-анализа и метода анализа главных компонент для обработки данных динамич. теплового контроля [В.П. Вавилов и др.] // Известия Томского политехн. Ун-та [Известия ТПУ]. - 2008. - Т. 312, № 2: Математика и механика. Физика. Приложение: Неразрушающий контроль и диагностика. - С. 279-285.	Высокая трудоемкость и невысокое быстродействие в силу сложности алгоритма обработки	Упрощение процесса анализа результатов теплового контроля при сохранении достоверности выявления дефектов.
2590347	10.07.2016	RU №2509300 от 12.11.2006	Необходимость выбора оператором или автоматическим устройством эталонной (бездефектной) точки на поверхности контролируемого образца, относительно которой определяют локальные температурные аномалии	Осуществление автоматизированного процесса неразрушающего контроля однотипных изделий и материалов
2578260	23.06.2016	RU № 2420730 от 10.06.2011	Сложность и трудоемкость процесса вычисления	Упрощение способа при обеспечении высокой точности контроля.
2488102	20.07.2013	RU № 2421711 от 2011	Локальное нахождение температур поверхностей строительного материала, которое ограничивает область применения способа только для изучения однородных строительных конструкций.	Повышение точности и упрощение измерений коэффициента теплопроводности твердого тела активным методом теплового контроля при стационарном тепловом режиме, расширение границ его применения на исследование теплопроводных свойств неоднородных однослойных конструкций.

Продолжение таблицы 1.6

Номер патента	Дата патента	Номер патента или публикации - ближайшего аналога	Недостаток патента - ближайшего аналога	Цель разработки
2403562	10.11.2010	US 6000844	Не применяется для исследования нестационарных процессов, имеющих место в реальных условиях эксплуатации зданий и сооружений	Расширение области применения, повышение производительности
2428682	10.09.2011	О.Н.Будадин, А.И.Потапов, В.И.Колганов и др. Тепловой неразрушающий контроль изделий. - М.: Наука, 2002. - 476 с.	- необходим свободный доступ к поверхности для обследования тепловизионной системы, - высокая стоимость контроля в случае применения авиационной техники для перемещения тепловизора, - трудности дефектометрии трубопроводов, расположенных в полых коробах, - затруднения постоянного в течение длительного времени контроля одного и того же объекта, особенно с небольшим периодом контроля.	1. Повышение объективности, достоверности результатов теплового контроля 2. Расширение области применения для различных классов объектов и условий проведения контроля
2383008	27.02.2010	US 6000844	Не применяется для исследования нестационарных процессов, имеющих место в реальных условиях эксплуатации зданий и сооружений	Расширение области применения, повышение производительности

Продолжение таблицы 1.6

Номер патента	Дата патента	Номер патента или публикации - ближайшего аналога	Недостаток патента - ближайшего аналога	Цель разработки
2323435	27.04.2008	ГОСТ 31166-2003 "Конструкции ограждающие здания и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи." от 01.07.2003	Применяется только для условий стационарного процесса теплопередачи через исследуемый объект.	Повышение достоверности результатов контроля при одновременном сокращении сроков на проведение испытаний
2316760	10.02.2008	ГОСТ 26254-84 "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций" Патент RU №2219534 от 12.09.2002	Нарушение целостности тела объекта и увеличение погрешности измеряемых параметров	Повышение оперативности и достоверности определения теплотехнических характеристик многослойных объектов
2315983	27.01.2008	RU №2219531 от 20.12.2003	Низкая достоверность определения дефектов в изделии	Повышение точности определения дефектов в изделии и расширение функциональных возможностей
2262686	20.10.2005	US 6000844	Не применяется для исследования нестационарных процессов, имеющих место в реальных условиях эксплуатации зданий и сооружений	Повышение достоверности определения качества исследуемого ограждения.
2261437	27.09.2005	Будадин О.Н., Потапов А.И., Колганов В.И., Троицкий-Марков Т.Е., Абрамова Е.В. Тепловой неразрушающий контроль изделий. - М.: Наука, 2002. - С. 139-145.	Невысокая достоверность результатов исследования	Повышение достоверности и объективности определения сопротивления теплопередаче многослойных объектов.

08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР

Лист

37

Окончание таблицы 1.6

Номер патента	Дата патента	Номер патента или публикации - ближайшего аналога	Недостаток патента - ближайшего аналога	Цель разработки
2235993	10.09.2004	Авторское свидетельство СССР №1538107, Кл. G 01 N 25/72, опубл. 23.01.90	Способ предназначен лишь для симметричных изделий, что исключает его применение для деталей со сложной конфигурацией, могут иметь место дополнительные погрешности, приводящие к недостоверному результату.	Повышение достоверности результатов контроля путем уменьшения ошибки измерения
2219534	20.12.2003	RU 2171469 C1, 27.07.2001.	Невысокая достоверность результатов исследования	Повышение достоверности результатов исследования

Таким образом, наиболее часто возникает потребность в повышении достоверности результатов исследования (9 патентов из 14 имеют своей целью повышение достоверности, точности, уменьшение ошибки измерения и т.д.). Также, среди целей можно выделить расширение функциональных возможностей способа контроля, возможность применения его в других областях.

Основной вывод, который можно сделать – большинство разработанных способов можно адаптировать к тепловизионному обследованию кровли. Однако, среди выбранных патентов нет ни одного, который бы прямо указывал на возможность исследования кровельного покрытия указанными методами. Тепловизионный контроль кровельного покрытия, как правило, осуществляется пассивными методами, в процессе исследования кровельное покрытие не подвергают искусственному нагреву а используют тепловую энергию, формируемую внутри здания. Тепловизионная съемка производится, как правило, снаружи здания, строится термограмма и по построенной карте делаются выводы о возможных дефектах.

Изучим зарубежные базы данных патентов в исследуемой проблемной области. В поисках патентов, прямо указывающих на способы тепловизионного

						08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			38

контроля кровли, были проанализированы международные базы данных. По поисковому запросу были найдены 5 патентов:

Поле Значение
 Ключевые слова в названии: Roof & Thermal
 МПК: G*

Найденные патенты представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Библиографические данные иностранных патентов по теме поиска «тепловой контроль кровельного покрытия»

№	Номер документа	Дата публикации	Название	Название на русском языке	Применимость к теме исследования
1	CN106768348	2017-05-31	Roof vegetation evapotranspiration measuring method based on thermal imaging technology	Метод измерения суммарного испарения на крыше на основе технологии тепловидения	Применимо для инверсионных крыш
2	CN105717160	2016-06-29	Earth sheltered construction roof thermal insulation performance simulation test device	Устройство для испытания на теплоизоляцию крыши кровли	Применимо для инверсионных крыш
3	CN205102728	2016-03-23	Inspection of slot type solar - thermal power generation spotlight ware side of a ship arm roof beam specially possesses	Инспекция целевого типа солнечно-теплого производства электроэнергии боковой балки крыши судна	Не применимо
4	CN102128854	2011-07-20	Method and device for testing thermal property of heat reflection roof	Способ и устройство для испытания тепловых свойств теплоотражающей кровли	Применимо
5	FR2939549	2010-06-11	Thermal phenomena demonstrating and studying device for e.g. training firefighter, has fitting element constituted of main piece and roof that are integrated together, where fitting element is provided with handles	Устройство для демонстрации и изучения тепловых явлений, например огнезащитная система, которая имеет крепежный элемент в основной части крыши, огнезащитная система объединена с крышей, где крепежный элемент снабжен ручками	Применимо для некоторых элементов крыши

Для дальнейшего анализа выберем патент CN102128854 от 2011-07-20. Необходимо определить цель данной разработки и недостатки патентов – аналогов. Разработка может имитировать условия использования теплоотражающей кровли в реальных рабочих условиях, имеет высокую работоспособность, а полученные данные являются исчерпывающими и интуитивно понятными, легко интерпретируются и обеспечивают выполнимую схему обнаружения дефектов для оценки эффекта энергосбережения теплоотражающей кровли.

Таким образом, на момент исследования можно выделить два метода тепловизионного исследования кровли (рисунок 1.4):

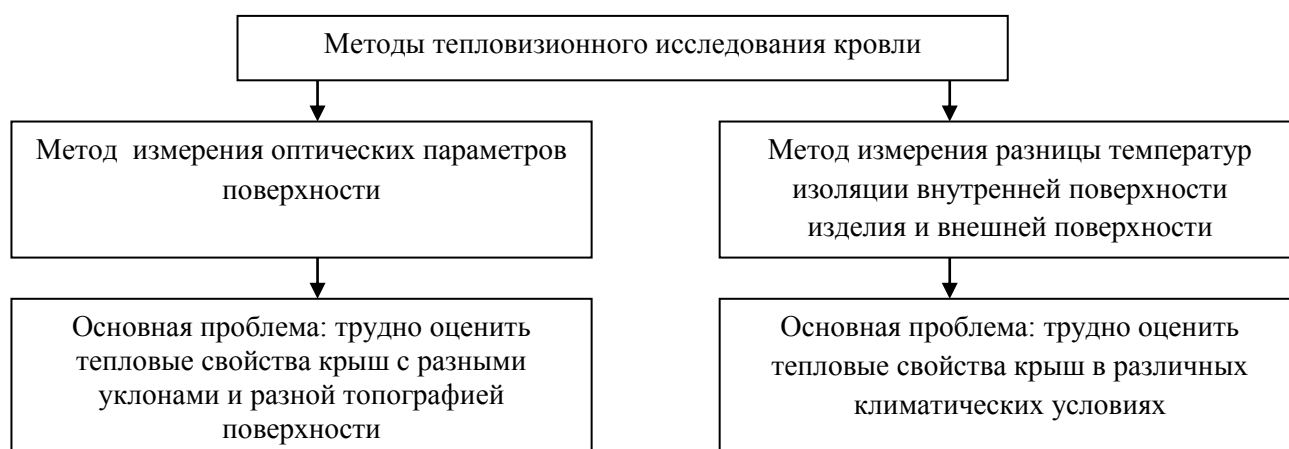


Рисунок 1.4 – Проблемы современных методов тепловизионного контроля кровельного покрытия

Целью разработки, описанной патентом CN102128854 от 2011-07-20 является создание способа измерения тепловых характеристик теплоотражающей кровли в практических рабочих условиях.

Одним из востребованных способов сохранения комфортных климатических условий в доме является применение теплоотражающих кровельных материалов, которые без дополнительных затрат, в летний период предотвращают перегрев кровельной конструкции и потолочного перекрытия, в зимний период сохраняют тепло внутри помещения.

Преимущества таких покрытий:

- продление ресурса крыши,

- стабилизация комфортных условий проживания для жителей дома,
- снижение расходов на кондиционирование.

Разработаны и успешно применяются мембранные кровельные материалы, в структуру которых теплоотражающие свойства заложены изначально.

По сведениям из зарубежных информационных источников, теплоотражающие кровельные материалы более эффективны на пологих крышах, экономия составляет 20 и более центов на квадратный фут. На крутых конструкциях этот показатель уменьшается примерно наполовину. Дело в том, что пологие скаты отражают до 75% солнечного тепла, а высокие конструкции имеют предел в 40%.

Таким образом, имеются следующие предпосылки для проведения исследования в области контроля качества кровельных покрытий (предпосылки представлены в виде блок-схемы – рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Предпосылки для проведения исследования в области контроля качества кровельных покрытий

Теплоотражающая кровля выпускается в рулонном исполнении, наиболее удобном для укладки и тепловой сварки швов. [13]

В процессе тепловизионной диагностики кровельного покрытия искажение тепловизионной диаграммы может быть вызвано следующими причинами [39]:

1. Высоким нагревом кровельного покрытия по причине дефекта.
2. Высоким нагревом кровельного покрытия по причине слабой теплоотражающей способности при отсутствии дефекта.

Высокий нагрев кровельного покрытия может привести к следующим дефектам:

1. Растрескивание кровельного материала.
2. Ухудшение качества крепления слоев кровельного пирога.
3. Попадание влаги в теплоизоляционный слой.
4. Протечки.
5. Механическое разрушение кровли.

По результатам патентного поиска и анализа проблемы составим техническое задание на проведение исследования.

1.3 Техническое задание на разработку улучшенных методов контроля качества устройства кровель

Успех исследования зависит от того, как будет составлено техническое задание. Четкие формулировки, применяемые в техническом задании, позволяют разработать соответствующую методику исследования.

Кроме того, это даст возможность сузить поле поиска аналогов и существующих вариантов решений, что в конечном итоге повышает эффективность исследования.

Техническое задание представим в виде таблицы 1.8.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Специфические свойства кровельных материалов определяют ряд новых качеств способов обнаружения дефектов методом тепловизионного контроля, в том числе:

1. Обнаружение с однозначным измерением координат малоразмерных дефектов на фоне интенсивных отражений от источника тепловой энергии (сочетание пассивного и активного методов теплового контроля).

2. Возможность классификации дефектов в их общей группе.

В качестве аналога создаваемого способа можно рассматривать способ, предусмотренный патентом CN102128854 от 2011-07-20. Также, необходимо обратить внимание на способ измерений, которые производят в направлении, не совпадающем с вектором теплового потока. Это необходимо, так как ввиду неровностей и различных уклонов кровельного покрытия тяжело добиться расположения исследователя по направлению вектора теплового потока. Данный метод описывается патентом RU2235993 от 2004-10-09 на измерение интенсивности излучения объекта в инфракрасном спектре в направлении, не совпадающем с вектором теплового потока.

Ссылки на источники, использованные при формировании технического задания представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Ссылки на источники, использованные при формировании технического задания

№ патента (заявки)	Дата патента (заявки)	Код МПК	Источник информации (ссылка в интернет)
RU 2649247	30.03.2018	G01N 25/72 G01J 5/60	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20180330&CC=RU&NR=2649247C1&KC=C1
RU 2590347	10.07.2016	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20160710&CC=RU&NR=2590347C1&KC=C1
RU 2578260	23.06.2016	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20160327&CC=RU&NR=2578260C1&KC=C1

Продолжение таблицы 1.9

№ патента (заявки)	Дата патента (заявки)	Код МПК	Источник информации (ссылка в интернет)
RU 2488102	20.07.2013	G01N 25/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20130720&CC=RU&NR=2488102C1&KC=C1
RU 2428682	10.09.2011	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20110910&CC=RU&NR=2428682C1&KC=C1
RU 2403562	10.11.2010	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20100827&CC=RU&NR=2009105019A&KC=A
RU 2383008	27.02.2010	G01N 25/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20100227&CC=RU&NR=2383008C1&KC=C1
RU 2323435	27.04.2008	G01N 25/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=3&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20070327&CC=RU&NR=2005129502A&KC=A
RU 2316760	10.02.2008	G01N 25/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=3&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20070227&CC=RU&NR=2005126461A&KC=A
RU 2315983	27.01.2008	G01N 25/00	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=3&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20080127&CC=RU&NR=2315983C1&KC=C1
RU 2262686	20.10.2005	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=2&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20051020&CC=RU&NR=2262686C1&KC=C1
RU 2261437	27.09.2005	G01N 25/00	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=2&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20050927&CC=RU&NR=2261437C1&KC=C1
RU 2235993	10.09.2004	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=2&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20040910&CC=RU&NR=2235993C1&KC=C1

						08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			45

Окончание таблицы 1.9

№ патента (заявки)	Дата патента (заявки)	Код МПК	Источник информации (ссылка в интернет)
RU 2219534	20.12.2003	G01N 25/72	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=2&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20031220&CC=RU&NR=2219534C1&KC=C1
CN 106768348	31.05.2017	G01J5/00; G01J5/60; G01N33/00	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20170531&CC=CN&NR=106768348A&KC=A
CN 105717160	29.06.2016	G01N25/20	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20160629&CC=CN&NR=105717160A&KC=A
CN 205102728	23.03.2016	G01B5/00	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=2&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20160323&CC=CN&NR=205102728U&KC=U
CN 102128854	20.07.2011	G01N25/20	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=3&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20110720&CC=CN&NR=102128854A&KC=A
FR 2939549	11.06.2010	G09B9/00	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=4&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20100611&CC=FR&NR=2939549A1&KC=A1

Выводы по первому разделу.

При устройстве кровель возникает потребность в определении качества выполненных работ. Одним из направлений исследования является тепловизионный контроль. Как правило, тепловизионный контроль проводится пассивным методом, фиксируя неравномерный тепловой поток. Однако, имеется большое количество способов активного тепловизионного контроля, который позволяет выявить дефекты и классифицировать их, определить их координаты.

В целях повышения качества исследования было разработано направление совершенствование способов активного теплового контроля.

При одностороннем контроле уверенно обнаруживаются подповерхностные дефекты.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Для обнаружения глубоких дефектов более пригодна двухсторонняя схема теплового контроля, однако изделия большой толщины могут потребовать длительного нагрева мощным нагревателем.

Двухсторонняя процедура не всегда возможна на практике вследствие отсутствия доступа к задней поверхности. В целом считается, что односторонняя процедура более пригодна для обнаружения дефектов, расположенных близко к нагреваемой поверхности, тогда как двухсторонняя процедура более эффективна для обнаружения дефектов расположенных возле задней поверхности образца.

Вследствие эффектов отражения и поглощения в материале объекта контроля, а также в окружающей среде, не вся энергия теплового нагрева поглощается объектом контроля и участвует в создании температурных аномалий над дефектами. В частности, нагрев оптическим излучением видимого диапазона может сопровождаться значительными отражениями от поверхности контролируемого изделия. Более эффективен нагрев собственно тепловым излучением благодаря более высокому коэффициенту поглощения.

Учитывая, что современные кровельные материалы обладают высокой отражающей способностью, возникла потребность в оптимизации способов теплового контроля кровельных материалов. Также необходимо учитывать различные уклоны кровель, так как изменение в уклонах влияет на отражающую способность, если источник энергии не перемещается соответственно изменению угла наклона кровли.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

2 Анализ и научная классификация дефектов кровельных работ

2.1 Дефекты основания

В зависимости от возможности размещения и обслуживания оборудования и особенностей ремонта, основание под кровельный ковер можно условно разделить на три типа (таблица 2.1) [24].

Таблица 2.1 – Типы основания под кровельный ковер Техноэласт

Тип основания	Размещение оборудования и прочих конструкций, с опорой на элементы несущей конструкции	Возможность установки оборудования с опорой на основание под кровлю	Особенности ремонта кровельной системы
Тип I	Возможно	Да	Возможно замена только кровельного ковра
Тип II	Возможно	Нет	Полная замена всех элементов системы
Тип III	Не рекомендуется	Нет	Полная замена всех элементов системы

При обследовании железобетонных несущих конструкций кровли необходимо выявлять видимые дефекты и повреждения. Дефекты несущих конструкций крыш и покрытий, а также причины их возникновения представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Дефекты железобетонных несущих покрытий

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Нарушение геометрических размеров сечений	Уменьшение площадок опирания против проектных. Возможно снижение несущей способности. Усиление по расчету
Смещения и деформации в узлах сопряжений конструкций	Недостаточная опорная площадь несущих конструкций, дополнительные неучтенные нагрузки. Ошибки проектирования
Наличие гнили, грибка и плесени	<ul style="list-style-type: none"> – для изготовления стропильной системы были использованы сырые пиломатериалы; – конструкция намокла при возведении, монтаж выполнялся во время дождя; – отсутствует вентиляция чердака; – недостаточная вентиляция кровельного пирога, в результате чего намокают утеплитель и стропила; – отсутствует подкровельная влагозащитная пленка, в результате чего конденсат стекает на стропильную систему.

Окончание таблицы 2.3

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Вырезы, ослабляющие сечения элементов	Нарушения правил эксплуатации
Хрупкие или усталостные трещины в основном металле	Конструктивные недоработки, неправильный выбор марки стали при эксплуатации конструкций в условиях вибрационных и динамических нагрузок
Расстройство заклепочных соединений	Конструктивные недостатки, не учтены особенности силового нагружения
Разрушение защитных покрытий и коррозия металла	Низкое качество защитных материалов, их неправильный выбор, нарушение правил эксплуатации
Деформации конструкций	Неравномерные осадки и крены фундаментов, температурные воздействия, нарушение правил эксплуатации

Внешние дефекты и повреждения (неполномерность шва, резкие переходы от основного металла к наплавленному, наплывы и натеки наплавленного металла, неравномерная ширина и перерывы шва, кратеры, поры, трещины в шве и околошовной зоне, подрезы и прожоги основного металла) выявляются, как правило, визуальным осмотром. Перед этим, участки швов предварительно очищают от шлака и металлических брызг.

При необходимости, швы с предполагаемыми скрытыми дефектами или повреждениями, исследуются дефектоскопом [62].

В болтовых и заклепочных соединениях элементов кровель, исследуются узлы с целью выявления неплотной затяжки болтов, дрожания и подвижности заклепок. Заклепочные и болтовые соединения проверяются на плотность и усилие затяжки.

Совместная работа балочных и оболочечных элементов кровли обеспечивает высокие параметры жесткости конструкции. Жесткое соединение листов настила с балочным каркасом уменьшает прогибы балок до 5 раз при появлении просадочных зон, что сокращает риски местных погибов элементов металлических конструкций и расстройств заклепочных соединений основания кровли.

Техническое состояние основания кровельной конструкции здания может быть классифицировано по следующим категориям:

1. Хорошее. Одиночные мелкие дефекты – отдельные механические повреждения, распатанное механическое крепление и т. п.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

2. Удовлетворительное. Зоны застоя воды до 10%, локальные просадки основания.

3. Неудовлетворительное. Значительные зоны застоя воды, немногочисленные участки со значительными разрушениями основания (ощущение «передвижения по болоту»). При вскрытии крыши – основание частично разрушено.

4. Ветхое. Значительные зоны застоя воды, большие участки со значительными разрушениями основания (ощущение «передвижения по болоту»). При вскрытии крыши – основание разрушено, стяжка крошится [62].

2.2 Дефекты пароизоляции кровли

В зависимости от несущего основания и влажностного режима помещения пароизоляционный материал выбирают по таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Пароизоляционные материалы для плоской крыши

Материал для пароизоляции	Тип несущего основания	Влажностный режим помещения
Биполь ЭПП	Несущее основание из сборного железобетона, Несущее основание из монолитного железобетона	Сухой, нормальный
УнифлексЭПП	Несущее основание из сборного железобетона, Несущее основание из монолитного железобетона	
Паробарьер СА Б00	Несущее основание из профилированного настила	
Техноэласт Альфа	Несущее основание из сборного железобетона, Несущее основание из монолитного железобетона	Сухой, нормальный, влажный, мокрый
Паробарьер СФ 1000	Несущее основание из профилированного настила	

Дефекты в пароизоляционном слое, а также причины их возникновения представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Основные дефекты пароизоляционного слоя кровельного покрытия

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Отслоения и вздутия пароизоляции	Нарушение технологии выполнения работ. Наличие пыли, влаги или мусора при устройстве пароизоляционного слоя
Трещины в слое пароизоляции	Механические воздействия на рулонный ковер при его устройстве. Усушка или разбухание плит утеплителя. Деформации несущих конструкций и основания. Образование льда на покрытии. Сплошное приклеивание первого слоя к основанию

Окончание таблицы 2.5

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Местные дефекты пароизоляционного слоя (проколы в пароизоляции)	Бракованный материал, нарушение технологии устройства пароизоляционного слоя, халатность при выполнении работ.
Слой не сплошной, имеет пропуски	Нарушение технологии выполнения работ. Халатность при выполнении работ.
Нарушение мест склеивания ранее поврежденной пароизоляции	Некачественный клеящий материал, недостаточная промазка клеящим материалом мест склеивания.
Впадины и разрывы в слое пароизоляции	Слой пароизоляции уложен на поврежденное основание (с выбоинами, трещинами и углублениями)
Недостаточное сцепление материала с основанием	Наклейка производилась по влажному или неочищенному от пыли и грязи основанию, недостаточный разогрев нижнего слоя материала при наплавлении.

Классификация технического состояния пароизоляционного слоя может быть осуществлена по следующим критериям:

1. Хорошее. Одиночные мелкие дефекты, целостность пароизоляционного слоя не нарушена.
2. Удовлетворительное. Дефекты требуют незначительного ремонта, отдельные мелкие нарушения целостности пароизоляционного слоя.
3. Неудовлетворительное. Значительные зоны нарушения целостности пароизоляционного слоя. Ремонт требует замены не только слоя пароизоляции, но и остальных слоев кровельного пирога.
4. Ветхое. Пароизоляция по всей протяженности не выполняет свою функцию. При вскрытии крыши – влажность теплоизоляции значительно превышает нормативные значения [62].

2.3 Дефекты стяжки

Стяжка устраивается под рулонную кровлю для выравнивания основания. Возможные варианты устройства стяжек под кровлю приведены в таблице 2.6.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Таблица 2.6 – Варианты устройства стяжек под рулонную кровлю

Варианты стяжек	Несущее основание крыши	Рекомендуемый способ укладки гидроизоляции
Выравнивающая стяжка по ж/б плитам	Несущее основание из сборного железобетона.	Наплавление; укладка на мастику; укладка на самоклеящиеся материалы.
Армированная цементно-песчаная стяжка	Несущее основание из сборного железобетона. Несущее основание из монолитного железобетона	Наплавление; укладка на мастику; механическая фиксация; самоклеящиеся материалы.
Стяжка из песчаного асфальтобетона	Несущее основание из сборного железобетона. Несущее основание из монолитного железобетона	Наплавление
Сборная стяжка из двух огрунтованных со всех сторон праймером хризотил цементных прессованных плоских листов толщиной 10 мм или из двух цементно-стружечных плит марки ЦСП-1 толщиной 12 мм.	Несущее основание из сборного железобетона. Несущее основание из монолитного железобетона. Несущее основание из профилированного настила	Наплавление

Дефекты в стяжке кровли, а также причины их возникновения представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Дефекты стяжки и причины их появления

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Загрязнение органическими и неорганическими веществами бетонного основания (б/масла, жиры, порошки и пр.) – препятствие нанесению любых полимерных промышленных покрытий	Нарушение технологии выполнения работ, халатность при выполнении работ, отсутствие квалифицированных исполнителей и необходимого оборудования.
Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин	<ul style="list-style-type: none"> – нарушение технологии изготовления растворных стяжек; – выполнение работ без учета различных конструктивных особенностей стяжек; – ошибки при приготовлении растворной смеси; – проблемы, связанные с температурно-влажностным режимом набора прочности и высыхания растворной смеси; – отсутствие квалифицированных исполнителей и необходимого оборудования.
Локальное отслоение стяжки (бетона) от основания	<ul style="list-style-type: none"> – нарушение технологии изготовления растворных стяжек; – выполнение работ без учета различных конструктивных особенностей стяжек; – ускоренное испарение влаги из уложенного раствора.
Деформации стяжки в виде выпуклостей или вогнутостей	Высыхание поверхностного слоя происходит быстрее по сравнению с нижним слоем
Отсутствие стяжки	Ошибки проектирования, нарушение технологии выполнения работ

Для определения сохранности существующей стяжки с нее сначала тщательно удаляют мусор, остатки клеев, краски и других загрязнений. В процессе очистки стяжки производят ее визуальный осмотр. В идеале стяжка должна иметь ровный, однородный светло-серый цвет. Осмотром выявляют трещины и отслоения стяжки. Затем стяжку простукивают торцом деревянного бруска. Звук от ударов должен быть одинаковым по всей площади стяжки – твердым и звенящим.

Классификация технического состояния пароизоляционного слоя может быть осуществлена по следующим критериям:

1. Хорошее. Одиночные мелкие дефекты стяжки, однородный цвет, нет посторонних звуков;

2. Удовлетворительное. Дефекты требуют незначительного ремонта, отдельные мелкие трещины и выпуклости. Небольшие по площади отслоения стяжки;

3. Неудовлетворительное. Значительные зоны нарушения целостности стяжки, сетка трещин, большие по площади отслоения стяжки;

4. Ветхое. При вскрытии крыши – основание разрушено, стяжка крошится или полностью отслоилась, стяжка пронизана многочисленными трещинами [62].

2.4 Дефекты теплоизоляции

Способы и технологии крепления теплоизоляционного слоя представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Способы крепления теплоизоляционного слоя

Способ крепления	Краткое описание способа крепления	Несущее основание
Клеевой метод	Теплоизоляция приклеивается на горячую мастику. Применяется в системах с укладкой кровельного ковра непосредственно на теплоизоляцию.	Несущее основание из сборного железобетона. Несущее основание из монолитного железобетона
Балластный метод	Поверх теплоизоляции устраивается цементно-песчанная стяжка или сборная стяжка из хризотилцементных прессованных плоских листов или цементно-стружечных плит марки ЦСП-1. На профилированном настиле используются только сборные стяжки	Несущее основание из сборного железобетона. Несущее основание из монолитного железобетона; несущее основание из профилированного настила

Окончание таблицы 2.8

Способ крепления	Краткое описание способа крепления	Несущее основание
Механическая фиксация	Теплоизоляция крепится к несущему основанию. Применяется в системах с укладкой кровельного ковра на теплоизоляцию. Крепление плит размером 1000x500мм и 1200x600 мм осуществляется из расчета 2 крепежа на верхнюю плиту при условии устройства кровли методом механической фиксации и не менее 5 крепежей при условии сплошной приклейки кровли к поверхности теплоизоляции. Крепление плит размером 2400x1200мм осуществляется из расчета 6 крепежей на верхнюю плиту при условии устройства кровли методом механической фиксации и не менее 9 крепежей при условии сплошной приклейки кровли к поверхности теплоизоляции.	Несущее основание из сборного железобетона; Несущее основание из монолитного железобетона.

Дефекты изоляции и обзор причин, их вызывающих, приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Дефекты теплоизоляции кровли и причины их появления

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Места нарушения непрерывности изоляции	Внешние нагрузки, подвижки конструкций и тепловые напряжения, пар, проникший под изоляционный слой, остаточные деформации отдельных слоев, ошибки проектирования, строительства и эксплуатации
Надрыв участков изоляции, плохо прикрепленных на участках примыкания	Нарушение целостности вышележащих слоев кровли, способствующее проникновению ветра
Протечки теплоизоляции	Нарушение целостности вышележащих слоев кровли, внешние нагрузки, подвижки конструкций, отсутствие изоляционных слоев
Сморщивание материала теплоизоляционного слоя	Нарушение целостности вышележащих слоев кровли, внешние нагрузки, подвижки конструкций. Ошибки устройства теплоизоляционного слоя
Отсутствие расчетной толщины теплоизоляционного слоя	Нарушение технологии выполнения работ, халатность при выполнении работ, отсутствие квалифицированных исполнителей и необходимого оборудования
Загнивание теплоизоляционного материала в узловых элементах кровли	Неправильное выполнение узловых элементов
Зазоры в местах стыковки теплоизоляционного слоя	Нарушение технологии выполнения работ, халатность при выполнении работ, отсутствие квалифицированных исполнителей и необходимого оборудования

В связи с особенностями мягкой кровли, при перемене режима влажности и температуры, определенными сезонными колебаниями и природными явлениями на покрытии могут возникать повреждения. В целях оперативного реагирования на возникающие проблемы, необходимо проводить плановые сезонные осмотры крыш. Во время осмотров каждый сезон необходимо обращать внимание на

конкретные проблемы теплоизоляции, которые могут возникнуть при условии наличия ряда факторов.

Техническое состояние изоляционных слоев ограждающей конструкции здания может быть классифицировано по следующим категориям:

1. Хорошее. Нет информации о промерзаниях и участках конденсации. При вскрытии крыши – незначительные отклонения по влажности.

2. Удовлетворительное. Нет информации о промерзаниях и участках конденсации. При вскрытии крыши – имеются локальные надрывы участков изоляции, отклонения по влажности изоляционного материала.

3. Нет информации о промерзаниях и участках конденсации. При вскрытии крыши – теплоизоляция влажная.

4. Ветхое. Промерзания на внутренней поверхности несущей конструкции, зоны с образованием конденсата. При вскрытии крыши – влажность теплоизоляции значительно превышает нормативные значения [62].

2.5 Дефекты кровельного ковра

Для повышения срока службы рулонных кровель необходимо своевременно выявлять и устранять дефекты, выполнять профилактические работы по устройству защитных слоев, содержать кровли в чистоте.

Общий технический осмотр кровли должен проводиться ежегодно не менее 3 раз – весной, летом, осенью.

Необходимо проверить состояние поперечных и продольных швов верхнего слоя кровельного ковра, деформационных швов, защитного слоя, наличие механических повреждений ковра. Проведение инженерно-технического обследования способствует своевременному выявлению дефектов кровли, а также устанавливает причины их возникновения. Характерные дефекты кровельного ковра, а также причины их возникновения в зависимости от применяемых материалов представлены в таблице 2.10.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Окончание таблицы 2.10

Наименование дефекта	Причины возникновения дефекта
Разрывы кровельного ковра в местах стыка плит основания или температурно-усадочных швов цементно-песчаной стяжки.	При устройстве кровельного ковра в местах возможных деформаций не были уложены компенсаторы из рулонного материала.
Отслаивание кровельного ковра от основания или одного слоя от другого.	Цементная стяжка или бетонное основание не были предварительно огрунтованы битумной грунтовкой. Наклейка производилась по влажному или неочищенному от пыли и грязи основанию. Недостаточный разогрев нижнего слоя материала при наплавлении.
Биологическое разрушение кровельного ковра	
Наличие грибков, растений, мха в результате действий микроорганизмов	Воздействие агрессивной окружающей среды, отсутствие должного ухода за кровлей, отсутствие проектного уклона, что приводит к застаиванию воды
Разрушение кровельного ковра в результате воздействия животных, птиц или насекомых	Воздействие агрессивной окружающей среды, отсутствие должного ухода за кровлей, использование изделий из необработанной древесины

Таким образом, часто встречающиеся дефекты – это протечки, которые появляются непосредственно после дождя (первый тип); такого рода протечки могут появляться и через определенное время после дождя. Протечки могут появляться через некоторое время после начала таяния снега на кровле (второй тип). Этот промежуток времени может находиться в пределах от нескольких часов до нескольких дней.

Причинами образования первого типа протечек являются механические повреждения, деформации основания кровли или допущенный при производстве кровельных работ брак. В этом случае наиболее возможными местами повреждений являются места пересечения кровли инженерными коммуникациями и места деформации оснований.

Причинами второго типа протечек является образование трещин в местах примыканий к торцевым и продольным парапетам, вентиляционным шахтам, в местах выхода на кровлю; в местах стыков плит покрытия, образование микротрещин в покровном слое рулонного материала, а также нарушение герметичности примыкания кровельного ковра к поддону водоприемной воронки

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

и недостаточной герметичности в местах прохода через кровлю стоек ограждения покрытия [62].

Причинами третьего типа протечек (мерцающих), когда протечки появляются не после каждого дождя, являются микротрещины в отдельных слоях кровельного ковра, недостающая ширина фартуков и зонтов над строительными конструкциями, некачественное заполнение швов в кирпичной кладке парапетов и стыков парапетных панелей. Одной из основных причин разгерметизации кровельного ковра является намокание утеплителя и, как результат, возникновение критического давления водяных паров на кровельный ковер при интенсивном нагревании поверхности в летнее время [62].

Неправильно выполненные уклоны приводят к образованию зон застоя воды на крыше, которые можно определить либо по наличию луж сразу после дождя, либо по характерным пыльным отпечаткам после высыхания в них воды. Мелкие лужи, глубина которых не превышает 7-9 мм, возникающие на поверхности кровельного материала из-за наличия допустимых отклонений по ровности основания и нахлестов полотнищ материала в швах, являются допустимыми. Причиной возникновения более глубоких луж являются ошибки при устройстве кровельного ковра.

Одной из самых частых причин образования застойных зон у водосточных воронок является их неправильная установка, в результате чего край воронки находится выше уровня кровли [62].

Также, достаточно распространенным дефектом является отсутствие защитного слоя. кровельный ковер постепенно теряет крупнозернистую посыпку, под воздействием льда, снега, и защитный слой необходимо восстанавливать в рамках текущих ремонтов.

Выводы по второму разделу.

Таким образом, были обозначены существующие дефекты кровельного покрытия и причины их возникновения. Однако, современная практика ремонта рулонных кровель не способствует их устранению в долгосрочной перспективе. Установлено, что в России износ рулонных кровель составляет около 70

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

процентов, что предопределяет большое поле деятельности для выполнения ремонтных работ.

Проблема усугубляется еще и тем, что и раньше, и в настоящее время ремонт старой рулонной кровли выполняют путем наклеивания одного гидроизоляционного слоя поверх старой кровли. Существующая рулонная кровля, покрывается новым дополнительным слоем и старая кровля со всеми имеющимися в ней дефектами (наличие влаги и воздуха, вздутия, отслоения, разрывы, трещины и др.) превращается в серьезный источник ускоренного ее разрушения. Из-за этого, новый дополнительный слой даже из самого современного кровельного материала будет разрушен в течение первого года эксплуатации.

Поскольку объем ремонтных работ на кровлях будет ежегодно возрастать, применение новых технологий ремонта, привлечение специализированных организаций, средств механизации и автоматизации позволит значительно увеличить межремонтные сроки кровли и сэкономить материальные, трудовые и денежные средства.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3 Научная классификация методов контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов

Методы определения показателей качества устройства кровель принято подразделять на две группы (рисунок 3.1):



Рисунок 3.1 – Методы определения показателей качества устройства кровель

Измерительные методы основаны на измерении и анализе показателей качества при помощи технических средств измерений (приборов) и выражаются в количественных показателях. Измерительные методы подразделяют на физические, химические, физико-химические, технологические.

Регистрационный метод основан на наблюдениях и подсчете числа определенных событий, факторов [7].

Расчетный метод применяют на основе использования теоретических и (или) эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. При расчетном методе показатели качества продукции определяют при помощи вычислений с использованием значений параметров, полученных другими методами.

Инструментальный метод контроля предполагает применение приборов, преобразующих сигналы, не воспринимаемые органами чувств человека, в соответствующую доступную человеку информацию. Источником информации являются шкалы средств измерения и контроля [7].

Экспертный метод контроля предполагает получение информации и выяснение мнения экспертов в области выполняемых работ по устройству

кровельного покрытия.

Регулярный контроль качества строительных работ является одним из ключевых моментов в обеспечении высокого качества возводимых объектов. Соблюдение всех требований проекта, а также строительных норм и правил является ключевым фактором современного строительства. Надлежащее качество возводимых зданий и сооружений обеспечивается осуществлением строительного контроля на всех этапах строительства (рисунок 3.2):

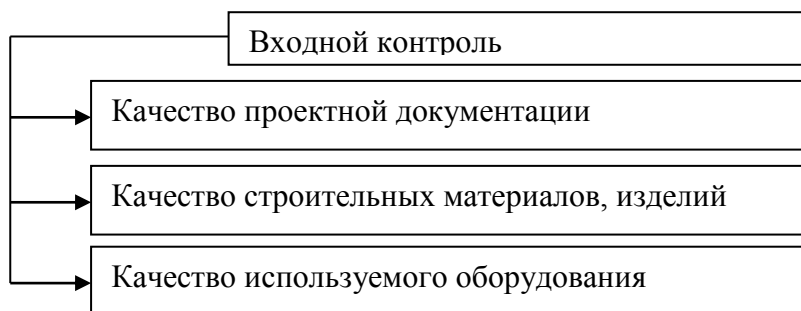


Рисунок 3.2 – Входной контроль при устройстве кровель

Объект технического контроля – подвергаемая контролю продукция, процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, соответствующая техническая документация [39].

Рассмотрим и классифицируем методы входного контроля качества устройства кровель с учетом возможных дефектов (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Схема входного контроля на всех этапах устройства кровель

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Проверка контролепригодности проектных решений (наличие в рабочей документации всех необходимых данных и критериев, позволяющих обеспечить и проконтролировать качество строительно-монтажных работ и объекта капитального строительства, а также идентификацию и прослеживаемость строительной продукции)	Подготовка к выполнению работ по устройству кровли	Регистрационный (Визуальный), Экспертный	Каждый параметр должен быть установлен в виде номинального (проектного значения) и его предельного отклонения (Предельные отклонения параметров должны быть указаны на момент монтажа, приемки и окончания гарантийного срока). Одновременно определяется уровень дефектности, который можно допустить при приемочном контроле того или иного параметра, а также точность контроля.	Неполная проектная документация	Дефект, при наличии которого использование проектной (рабочей) документации по назначению невозможно или недопустимо, так как не позволяет оценить качество выполняемых работ

Продолжение таблицы 3.1

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Проверка выполнения и принятия по акту всех предшествующих устройству основания кровлю	Подготовка к выполнению работ по устройству кровли	Регистрационный (Визуальный), Экспертный	Акты освидетельствования скрытых работ на устройство температурно-усадочных деформационных швов	редкое размещение температурно-усадочных швов	сквозные трещины в кровельном рулонном ковре на основных поверхностях кровли
				образование трещин в основании под кровлю	
				Несоответствие проекта нормативным требованиям конструкций деформационных швов	Критический дефект
			Акты освидетельствования скрытых работ на замоноличивание швов между плитами	Трещины по швам замоноличивания плит. Трещины плит, расхождение горизонтальных и вертикальных швов	Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики кровель. Необходима заделка трещин, герметизация стыков
			Акты освидетельствования скрытых работ на установку и антикоррозионную защиту закладных металлических элементов	Коррозии креплений, несоответствия антикоррозионной защиты условиям эксплуатации	Структурные или химические изменения в материале кровли. Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики кровель
			Акты освидетельствования скрытых работ на оштукатуривание стен	Трещины оштукатуренных поверхностей, низкая прочность штукатурного слоя, отслаивания штукатурного слоя, вспучивание штукатуренных поверхностей	Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики кровель. Проникновение влаги в теплоизоляционный слой, протечки, требуется дополнительная штукатурная обработка
Акты освидетельствования скрытых работ на установку фасонных элементов из стали	Отсутствие фасонных элементов, перекрывающих коньки и ребра в кровлях из штучных материалов, Фасонные элементы не имеют необходимого зазора, Фасонные элементы расположены хаотично, Фасонные элементы деформированы при монтаже	Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики кровель. Проникновение влаги в теплоизоляционный слой, протечки, образование трещин в кровельном ковре. Требуется исправление дефектов фасонных элементов			

Продолжение таблицы 3.1

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Проверка выполнения и принятия по акту всех работ, предшествующих устройству основания под кровлю	Подготовка к выполнению работ по устройству кровли	Регистрационный (Визуальный), Экспертный	Акты освидетельствования скрытых работ на заполнение пустот ребер листов профнастила негорячими материалами	Использование неподходящего материала при заполнении пустот ребер профнастила, наличие пустот в ребрах профнастила	Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики кровель. Низкая теплозащита, прогибы кровельного ковра, трещины в кровельном ковре
Приемка поступающего на стройплощадку материала	Устройство пароизоляции	Экспертный, Измерительный контроль строительной лаборатории (при необходимости, в случае если возникли сомнения в достоверности физико-механических характеристик материалов и изделий)	Документы о качестве на каждую партию изделий и материалов, применяемых на данном этапе. Соответствие их вида, марки и качества требованиям проекта	Несоответствие материалов требованиям проекта. Отсутствие документов о качестве на каждую партию используемого материала	Дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо
	Устройство теплоизоляции				
	Устройство стяжки				
	Устройство гидроизоляции				
Соблюдение правил складирования и хранения применяемых материалов, конструкций, изделий и оборудования	Устройство пароизоляции	Регистрационный (Визуальный), Экспертный	Документы о качестве на каждую партию изделий и материалов, применяемых на данном этапе. Инструкции по хранению материалов	Механические повреждения, следы коррозии, следы проникновения влаги в теплозащитные слои, среды разрушения покрытия, склеивание материала, комкование материала.	Потеря прочности, эластичности, механические повреждения материала
	Устройство теплоизоляции				Критический дефект. Увлажнение, загрязнение, смешение с другими материалами. Использование данного материала в качестве теплоизоляционного слоя исключено
	Устройство стяжки				Критический дефект. При нарушении условий хранения цемента использование его в качестве связующего вещества в замесах исключено
	Устройство гидроизоляции				Значительный дефект. При нарушении условий хранения гидроизоляционного покрытия возможно растрескивание материала, потеря его эксплуатационных качеств

Окончание таблицы 3.1

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Соблюдение правил складирования и хранения применяемых материалов, конструкций, изделий и оборудования	Устройство кровельного ковра	Регистрационный (Визуальный), Экспертный	Документы о качестве на каждую партию изделий и материалов, применяемых на данном этапе. Инструкции по хранению материалов	Механические повреждения, следы коррозии, следы проникновения влаги в теплозащитные слои, среды разрушения покрытия, склеивание материала, комкование материала.	Значительный дефект. В случае выполнения работ при отрицательных температурах кровельный материал рекомендуется выдержать на теплом складе в течение не менее 1 суток при температуре не ниже +15°C. В противном случае сжатый на морозе материал под воздействием солнца расширится, что приведет к образованию волн на кровле.
Убедиться, что на конструкциях здания, выступающих над уровнем покрытия (стены, парапеты, выходы на кровлю и т.п.) нанесены оси и отметки, перенесенные от пунктов разбивочной сети исходного горизонта	Подготовка к выполнению работ по устройству кровли	Измерительный контроль. Визуальный контроль технической документации. Регистрационный контроль	Общий журнал работ. Схема местоположения знаков, закрепляющих оси, отметки, ориентиры	Неправильное разбиение осей, отсутствие знаков, закрепляющих оси, отметки, ориентиры	Дефект, при наличии которого дальнейшее выполнение работ практически невозможно или недопустимо, так как не позволяет добиться проектных решений на местности

При осуществлении операционного контроля работниками, осуществляющими технический надзор, проверяется следующее:

1) соответствие последовательности и состава выполняемых технологических операций технологической документации проекта производства работ, а также нормативно-технической документации, распространяющейся на данные технологические операции;

2) соблюдение технологических режимов и условий проведения работ режимам и условиям, установленным технологическими картами и регламентами;

3) соблюдение правил выполнения монтажных операций, узловых креплений монтажных элементов, временного крепления конструкций после их установки, способов выверки и выведения в проектное положение;

4) соблюдение показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям технологической документации проекта производства работ, а также

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

распространяющейся на данные технологические операции нормативно-технической документации [39].

Результаты операционного контроля отражаются в Общем журнале работ.

Схема операционного контроля на всех этапах устройства кровель представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Схема операционного контроля на всех этапах устройства кровель

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Контроль направления раскатки и величины перекрытий (стыков) полотнищ	Устройство пароизоляции, устройство гидроизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	На каждый стык, рулетка KRAFTOOL «GRAND» 3м/16мм, мерная лента 50м и аналоги	Местные дефекты пароизоляционного слоя (отсутствие перекрытий)	Значительные дефекты. Увлажнение теплоизоляционного слоя, конденсация воды, протечки
				Слой не сплошной, имеет пропуски	
Выступающие части полиэтиленовой пленки пароизоляционного слоя и кромочной ленты срезаны в один уровень		Визуальный	Осмотр всех стыков	Нарушение мест склеивания ранее поврежденной пароизоляции	
				Пароизоляционный слой не полностью покрывает основание, отсутствует в местах примыканий, неплотно примыкает к вертикальным поверхностям, высывается в местах кромок	
Контроль ширины швов между плитами	Устройство теплоизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	не менее 5 измерений на каждые 50-70 кв.м. поверхности покрытия, рулетка KRAFTOOL «GRAND» 3м/16мм, мерная лента 50м и аналоги	Не обеспечена непрерывность теплоизоляционных слоев	Значительный дефект, нарушение теплозащиты помещения
Контроль ровности поверхности теплоизоляции		Визуальный, инструментальный (измерительный)	На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, рулетка KRAFTOOL «GRAND» 3м/16мм, мерная лента 50м, контрольная	Сморщивание материала теплоизоляционного слоя Впадины или выпуклости изоляционного материала	Значительный дефект, распространении неровностей на кровельный ковер

Продолжение таблицы 3.2

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия	
Контроль отклонения плоскости изоляции: - от заданного уклона; - по горизонтали; - по вертикали;	Устройство теплоизоляции	Измерительный контроль. Визуальный контроль технической документации. Регистрационный контроль	С применением нивелира рейки, переносной уровень	остаточные деформации отдельных слоев, ошибки проектирования, строительства и эксплуатации	Значительный дефект. Скапливание воды на поверхности кровли, разрушение кровли под воздействием циклов заморзания/оттаивания воды, биологические дефекты кровли	
Контроль температуры цементно-песчаного раствора	Устройство стяжки	Визуальный, инструментальный (измерительный)	Термометр погружной, пирометр. Число точек измерения температуры устанавливаются в среднем из расчета не менее одной точки на каждые 40 м ² площади. Температуру раствора измеряют в процессе разогрева не реже чем через каждые 0,5 часа.	Трещины, микротрещины, сетка трещин, локальное отслоение стяжки (бетона) от основания, деформации стяжки в виде выпуклостей или вогнутостей	Значительные дефекты. Сползание кровельного ковра, сползание теплоизоляции.	
Контроль прочности стяжки			ИПС НГ 4			
Контроль полосы укладки стяжки, ограничителей и маяков			рулетка KRAFTOOL "GRAND" 3м/16мм, мерная лента 50м и аналоги			
Контроль непрерывности укладки раствора			Визуальный			Осмотр всех процессов укладки стяжки
Разделительный слой между слоем теплоизоляции и стяжки			Визуальный			Наличие разделительного слоя между слоем теплоизоляции и стяжки

Окончание таблицы 3.2

Мероприятия в рамках входного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия		
<p>Качество поверхности гидроизоляции: наличие пузырей, вздутий, воздушных мешков, разрывов, вмятин, проколов, губчатого строения, потеков, наплывов, трещин</p>	Устройство гидроизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	Увеличительное стекло, рейка	<p>Места нарушения непрерывности изоляции</p> <p>Надрыв участков изоляции, плохо прикрепленных на участках примыкания</p> <p>Протечки теплоизоляции</p> <p>Сморщивание материала теплоизоляционного слоя</p>	<p>Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики, проникновение влаги в теплоизоляционный слой, протечки, биологические повреждения</p>		
<p>Прочность сцепления основанием и между собой гидроизоляционного ковра из рулонных материалов по сплошной мастичной клеящей прослойке эмульсионных составов основанием</p>						Измерительный, технический осмотр, не менее 5 измерений на каждые 70 - 100 м ² в местах, определяемых визуальным осмотром, журнал работ	Толщиномер
<p>Поверхность водоизоляционного ковра обеспыленная и сухая</p>	Устройство защитного слоя кровли	Визуальный контроль. Регистрационный контроль	Осмотр всех процессов устройства защитных слое	<p>Полное или частичное отсутствие защитного слоя</p> <p>Трещины (ширина их раскрытия, направление, протяженность и характер трещин)</p> <p>Вздутия (с водой или воздушные вздутия)</p> <p>Отслаивание края ковра</p> <p>Бугристость полотна в местах перехода на горизонтальную поверхность</p> <p>Наличие грибов, растений, мха в результате действий микроорганизмов</p> <p>Разрушение кровельного ковра в результате воздействия животных, птиц или насекомых</p>	<p>Существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики, проникновение влаги в теплоизоляционный слой, протечки, биологические повреждения</p>		
<p>Устройство защитных слоев осуществляется с захватками с пониженных участков (каркасов, ендов), а также мест примыкания кровель к стенам</p>							
<p>Число слоев и общая толщина защитного слоя соответствует установленным в проекте</p>							
<p>Окрасочное покрытие наносится на поверхность водоизоляционного ковра равномерно двумя слоями с соблюдением технологического перерыва</p>							

При осуществлении приемочного контроля работниками, осуществляющими технический надзор, должна выполняться оценка выполненных работ, результаты которых влияют на безопасность объекта, но в соответствии с принятой технологией становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ, а также выполненных строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения, устранение дефектов которых, выявленных контролем, невозможно без разборки или повреждения последующих конструкций и участков инженерных сетей.

При оценке выполненных работ проверяется:

- соответствие принимаемых работ рабочей документации, техническим регламентам, а также распространяющейся на данные виды работ нормативно-технической документации;
- соблюдение допусков, установленных рабочей документацией, стандартами, нормативно-технической документацией на соответствующие виды работ;
- точность соблюдения проектных размеров;
- качество выполненных работ на основе технического осмотра с применением, как правило, методов неразрушающего контроля;
- возможность выполнения последующих работ [39].

Результаты приемочного контроля работ, скрываемых последующими работами, отражаются в Общем и специальных журналах работ.

Технологическая схема приемочного контроля на всех этапах устройства кровель представлена в таблице 3.3.

Входной и операционный контроль осуществляют: мастер (прораб) – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: мастер (прораб), представители технадзора заказчика и проектной организации (в случае его участия).

Проведение контроля вышеуказанных параметров осуществляют лица, назначенные приказом по предприятию, осуществляющему соответствующие работы по кровельному покрытию.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Таблица 3.3 – Технологическая схема приемочного контроля на всех этапах устройства кровель

Мероприятия в рамках приемочного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Целостность покрытия	Устройство пароизоляции, гидроизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	Увеличительное стекло, рейка	Отслоения и вздутия пароизоляции Трещины в слое пароизоляции Местные дефекты пароизоляционного слоя (проколы в пароизоляции) Слой не сплошной, имеет пропуски Нарушение мест склеивания ранее поврежденной пароизоляции Впадины и разрывы в слое пароизоляции Недостаточное сцепление материала с основанием	Требуется исправление работ по устройству пароизоляционного слоя. Устранение дефектов
Целостность соединения полотнищ рулонных материалов		Визуальный	По всей поверхности		
Контроль примыканий к выступающим конструкциям на соответствие СП17.13330					
Контроль ширины швов между плитами	Устройство теплоизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	рулетка KRAFTOOL "GRAND" 3м/16мм, мерная лента 50м и аналоги	Места нарушения непрерывности изоляции Надрыв участков изоляции, плохо прикрепленных на участках примыкания Протечки теплоизоляции Сморщивание материала теплоизоляционного слоя Отсутствие расчетной толщины теплоизоляционного слоя Загнивание теплоизоляционного материала в узловых элементах кровли Зазоры в местах стыковки теплоизоляционного слоя	Требуется исправление работ по устройству теплоизоляционного слоя. Устранение дефектов
Контроль толщины теплоизоляции		Визуальный, инструментальный (измерительный)	Толщиномер		
Контроль ровности поверхности теплоизоляции		Визуальный, инструментальный (измерительный)	контрольная рейка 2м и аналоги		
Контроль качества крепления теплоизоляционного слоя		Визуальный	По всей поверхности		

Продолжение таблицы 3.3

Мероприятия в рамках приемочного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Прочность стяжки цементно-песчаной	Устройство стяжки	инструментальный (измерительный)	измеритель прочности бетона: Beton Pro Condrol	Загрязнение органическими и неорганическими веществами бетонного основания (б/масла, жиры, порошки и пр.) – препятствие нанесению любых полимерных промышленных покрытий Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин Локальное отслоение стяжки (бетона) от основания Деформации стяжки в виде выпуклостей или вогнутостей Отсутствие стяжки	Требуется исправление работ по устройству стяжки. Устранение дефектов
Ровность стяжки			Использование 3-х метровый линейки		
Толщина стяжки			Измерение линейкой и толщиномером		
Уклон			с применением нивелира и рейки		
Качество поверхности гидроизоляции: наличие пузырей, вздутий, воздушных мешков, разрывов, вмятин, проколов, губчатого строения, потеков, наплывов, трещин	Устройство гидроизоляции	Визуальный, инструментальный (измерительный)	Увеличительное стекло, рейка	Места нарушения непрерывности изоляции Надрыв участков изоляции, плохо прикрепленных на участках примыкания Протечки теплоизоляции Сморщивание материала теплоизоляционного слоя Отсутствие расчетной толщины теплоизоляционного слоя Загнивание теплоизоляционного материала в узловых элементах кровли Зазоры в местах стыковки теплоизоляционного слоя	Требуется исправление работ по устройству гидроизоляции. Устранение дефектов
Прочность сцепления с основанием и между собой гидроизоляционного ковра из рулонных материалов по сплошной мастичной клеящей прослойке эмульсионных составов с основанием			Измерительный, технический осмотр, не менее 5 измерений на каждые 70 - 100 м ²		

Окончание таблицы 3.3

Мероприятия в рамках приемочного контроля	Этап	Способ контроля	Метод контроля	Возможные дефекты, выявляемые в рамках мероприятия	Последствия
Контроль отвода воды по всей поверхности кровли по наружным и внутренним водостокам без застоя воды	Устройство защитного слоя кровли	Визуальный	По всей поверхности	Полное или частичное отсутствие защитного слоя	Требуется исправление работ по устройству кровельного ковра. Устранение дефектов
Подтвердить отсутствие пузырьков, вздутий, воздушных мешков, разрывов, вмятин, проколов, губчатых строений, потёк и наплывов		Визуальный	По всей поверхности	Полное или частичное отсутствие окрасочного покрытия Трещины (ширина их раскрытия, направление, протяженность и характер трещин) Вздутия (с водой или воздушные вздутия)	
Проверить, что чаши водоприёмных воронок внутренних водостоков не выступают над поверхностью основания		Визуальный	По всей поверхности	Отслаивание края ковра Бугристость полотен в местах перехода на горизонтальную поверхность	
Проверить отсутствие видимых просветов в покрытии при осмотре кровли из чердачных помещений		Визуальный	По всей поверхности	Наличие грибков, растений, мха в результате действий микроорганизмов	
Проверить наличие окрасочного покрытия		Визуальный	По всей поверхности	Разрушение кровельного ковра в результате воздействия животных, птиц или насекомых	

Визуальный и измерительный контроль относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии.

Внешним осмотром проверяют качество выполнения работ. Цель визуального контроля – выявление видимых дефектов, среди которых наиболее существенным являются критические и значимые дефекты.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20-ти кратного увеличения, таких

как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального контроля, предусматривает разработку технологической карты – документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [39].

Методы неразрушающего контроля классифицируются по следующим основным признакам (рисунок 3.3):

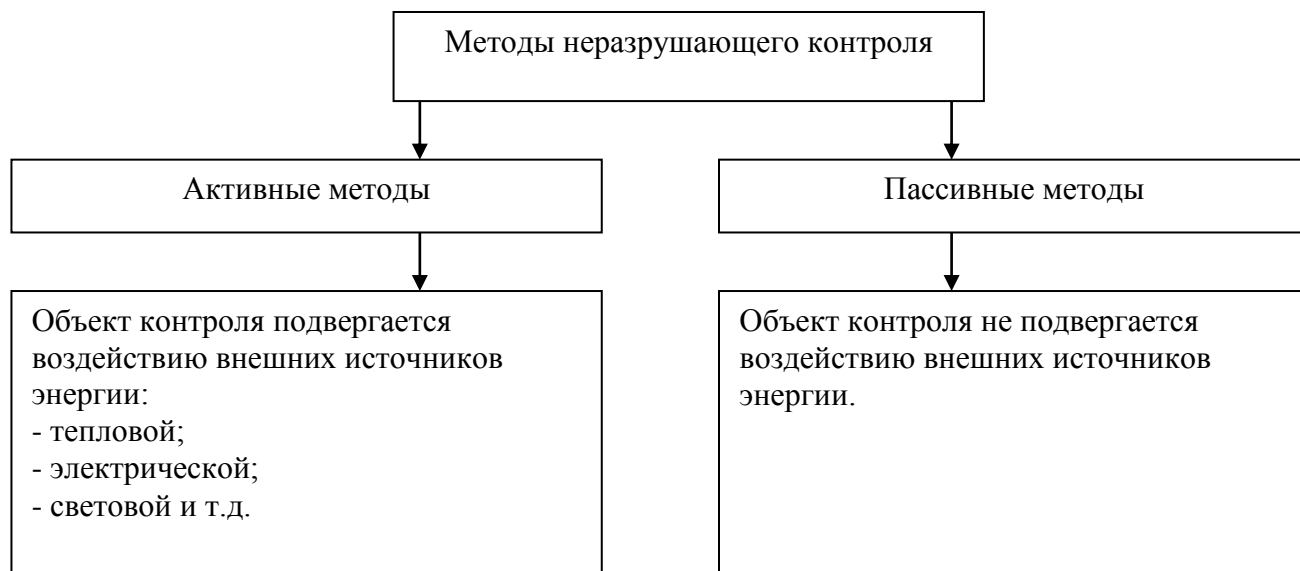


Рисунок 3.3 – Классификация методов неразрушающего контроля

Неразрушающий контроль, в зависимости от физических явлений, положенных в его основу, подразделяется на следующие виды:

- магнитный (поверхностный контроль) Для контроля подходит ферромагнитные металлы,
- электрический (поверхностный контроль). Для контроля подходит любой материал;
- электромагнитный, (поверхностный контроль). Для контроля подходит любой материал;
- радиоволновой (объемный контроль). Для контроля подходят любые неметаллы;
- тепловой (объемный контроль). Для контроля подходит любой материал;
- оптический (для оптически прозрачных материалов – объемный контроль, для непрозрачных – поверхностный). Для контроля подходит любой твердый или жидкий материал;

- радиационный (объемный контроль). Для контроля подходит любой твердый материал;
- акустический (объемный контроль). Для контроля подходит любой твердый или жидкий материал;
- проникающими веществами (поверхностный контроль) Для контроля подходит любой твердый материал [7].

Под характером взаимодействия физического поля или вещества с контролируемым объектом (кровельное покрытие) подразумевается непосредственное взаимодействие поля или вещества с контролируемым объектом, но не с проникающим веществом.

Повреждающий контроль – это совокупность таких видов контроля, которые производятся непосредственно на объекте, при этом объект сохраняет работоспособность, но в местах контроля остаются не препятствующие эксплуатации неустраняемые следы [7].

Одним из наиболее распространенных методов контроля качества кровельного покрытия является термографический метод. Термография в строительстве нашла широкое применение, но как основное следует упомянуть контроль качества исполнения ограждающих конструкций с точки зрения теплоизоляции. Термография позволяет выявить неравномерности теплового сопротивления ограждающих конструкций, что в большинстве случаев является следствием неверной или некачественной реализации проекта. Это термические мосты (перекрытия окон, дверей, межэтажные), некачественно выполненные соединения строительных элементов, конструкций (в стенах, в углах), неравномерно выложенная теплоизоляция (стены, крыша), а также дефекты в самих конструкционных материалах (трещины). Термография внутри помещений позволяет определить места на стенах, потолках с пониженной температурой поверхности, места с повышенным неконтролируемым поступлением наружного воздуха, места с повышенной влажностью. В свою очередь, с наружной стороны здания можно наблюдать места с повышенной температурой поверхности [7].

В тепловых методах неразрушающего контроля в качестве пробной энергии используется тепловая энергия, распространяющаяся в объекте контроля.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Температурное поле поверхности объекта является источником информации об особенностях процесса теплопередачи, которые, в свою очередь, зависят от наличия внутренних или наружных дефектов. Под дефектом при этом понимается наличие скрытых раковин, полостей, трещин, непроваров, инородных включений и т.д., всевозможных отклонений физических свойств объекта от нормы, наличия мест локального перегрева (охлаждения) и т.п.

Выводы по третьему разделу.

Таким образом, имеется достаточно большое число методов контроля, которые могут быть применены к процессу выявления дефектов кровельного покрытия.

Все они могут быть классифицированы в две основные группы контроля: группу неразрушающего контроля и группу повреждающего контроля.

Постоянное совершенствование методов контроля приводит к повышению качества диагностики, ускорению и удешевлению процесса контроля. В итоге, контроль как функция превращается в производительную силу, способную повысить эффективность всего процесса производства строительных работ и, учитывая гарантийную материальную ответственность строительной организации на достаточно длительный период после сдачи объекта строительства, спасает ее от штрафных санкций, возможных дополнительных работ по устранению дефектов кровельного покрытия и возможных дополнительных затрат в связи с этими работами.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

4 Разработка нового способа контроля качества кровельных работ

4.1 Способ теплового контроля

Новый способ контроля качества кровельных работ должен соответствовать следующим требованиям:

1. Контактный способ.
2. Активный способ.

Предлагаемый способ контроля будет использоваться для контроля теплоизоляции плоских кровельных покрытий. Кровельное покрытие имеет толщину (D), по которой в поперечном направлении формируется разность температур ($\Delta T = t_2 - t_1$), что схематично отражено на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Состав анализируемого кровельного покрытия

Согласно предлагаемому методу, требуется две группы датчиков температуры (группа 1 и группа 2). Датчики группы 1 теплоизолированы от датчиков группы 2. Датчики используются в сочетании с тепловизором.

Основой действия температурных датчиков в автоматизированном управлении является изменение температуры в электрический сигнал. Это обуславливает преимущества электрических измерений: результаты легко передавать по сети, скорость передачи может быть достаточно высокой. Величины могут преобразовываться друг в друга и обратно. Цифровой код создает повышенную

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

точность замера, скорость и чувствительность.

Способ размещения датчиков двух групп представлен на рисунке 4.2.

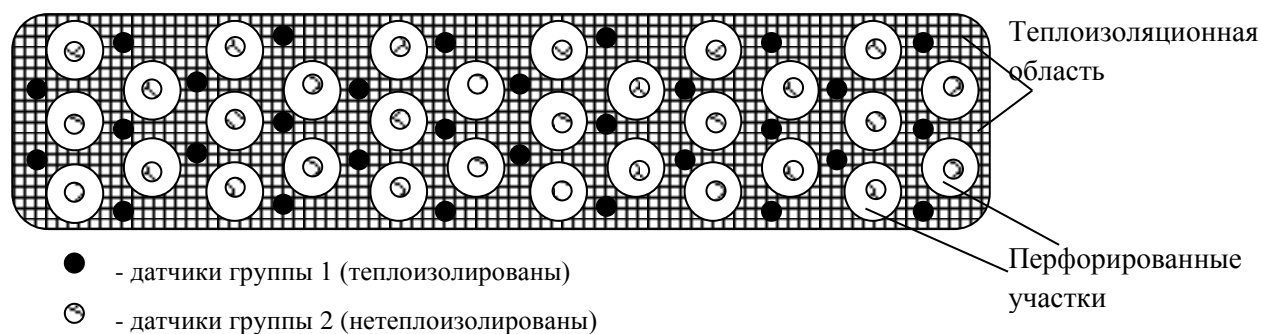


Рисунок 4.2 – Общий вид материала, используемого при контроле качества теплоизоляции кровли

Условное название предлагаемого устройства контроля качества теплоизоляции кровельного покрытия – «контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия».

Предлагается размещение датчиков температуры на теплоизоляционной перфорированной ткани. Первая группа датчиков будет размещаться на теплоизоляционном слое, вторая группа датчиков на – перфорированных участках.

В результате на температуру (t_1') теплового потока, определяемую группой датчиков (G_1), проходящего через кровельное покрытие, тепловой поток воздействует в большей степени, чем на температуру (T_1''), определяемую второй группой датчиков (G_2). Вторая группа датчиков изолирующим слоем не покрыта.

Первая группа датчиков температуры (G_1) предназначена для восприятия температуры поверхности конструкции, в отличие от датчиков температуры второй группы (G_2) тепловой поток, проходящий через конструкцию, воздействует на него в большей степени. Тепловизионный контроль осуществляется изнутри здания под углом, не совпадающим с вектором теплового потока.

Материал должен быть выполнен в виде рулонного теплоизоляционного материала с перфорациями. После проведения работ по устройству каждого слоя материал растеливается на горизонтальной поверхности кровли. Так как исследуется плоская кровля, нет необходимости в дополнительном креплении

данного материала.

На первом этапе измерений необходимо определить перепад температур ($t_1'' - t_1'$) между второй группой датчиков (G_2) и первой группой датчиков (G_1) в естественных условиях.

Предлагаемый способ основан на следующем принципе: кровельное покрытие, у которого коэффициент теплопередачи равен $1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, пропускает в виде утечки тепловой энергии 1 Вт через поверхность с площадью 1 м^2 , если разность температур внутренней и наружной сторон составляет 1 К .

Кровельное покрытие отвечает данному принципу, так как имеет внутреннюю поверхность с первой поверхностной температурой (температура подкровельного пространства на поверхности кровли) и наружную поверхность со второй поверхностной температурой, расположенную на противоположной стороне относительно первой поверхности, по существу, на противоположной стороне кровельного покрытия.

Таким образом, имеется:

- внешняя поверхность S_1 , которая находится в контакте с наружным воздухом;
- внутренняя поверхность S_2 , которая находится в контакте с воздухом внутри помещения.

Тепловую стимуляцию кровельного покрытия можно производить путем нагрева или охлаждения, что с теплофизической точки зрения равноценно при одинаковой мощности теплового потока. Однако, учитывая достижимые плотности тепловых потоков, фактор технологичности и возможные помехи, рекомендуется применять нагрев с помощью полей излучения [53].

В предлагаемом способе тепловая стимуляция кровельного покрытия будет производиться путем искусственного охлаждения, это позволит учесть все особенности данного способа контроля теплоизоляции кровли.

В предлагаемом способе нет необходимости измерять температуру внутри помещения, так как это достаточно трудоемкий процесс. Кровельное покрытие может оказаться достаточно большим по площади, температура внутри помещения может зависеть от конкретных планировочных решений. Вместо этого

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

предлагаемый процесс контроля теплозащитных функций сфокусирован на измерении температуры поверхности (T_1), расположенной с наружной стороны кровельного покрытия.

Однако для вычисления коэффициента теплопередачи нужны также данные о температуре теплой стороны (не путать с поверхностной температурой внутренней стороны кровельного покрытия), а также о температуре наружного воздуха. Последний параметр измеряют на расстоянии от наружной стороны кровельного покрытия, причем предпочтительно, чтобы это расстояние находилось в границах диапазона [0,01м...1м].

Перепад температур между второй группой датчиков и первой группой датчиков в естественных условиях объясняется следующим соображением, наглядно представленным на рисунке 4.3:

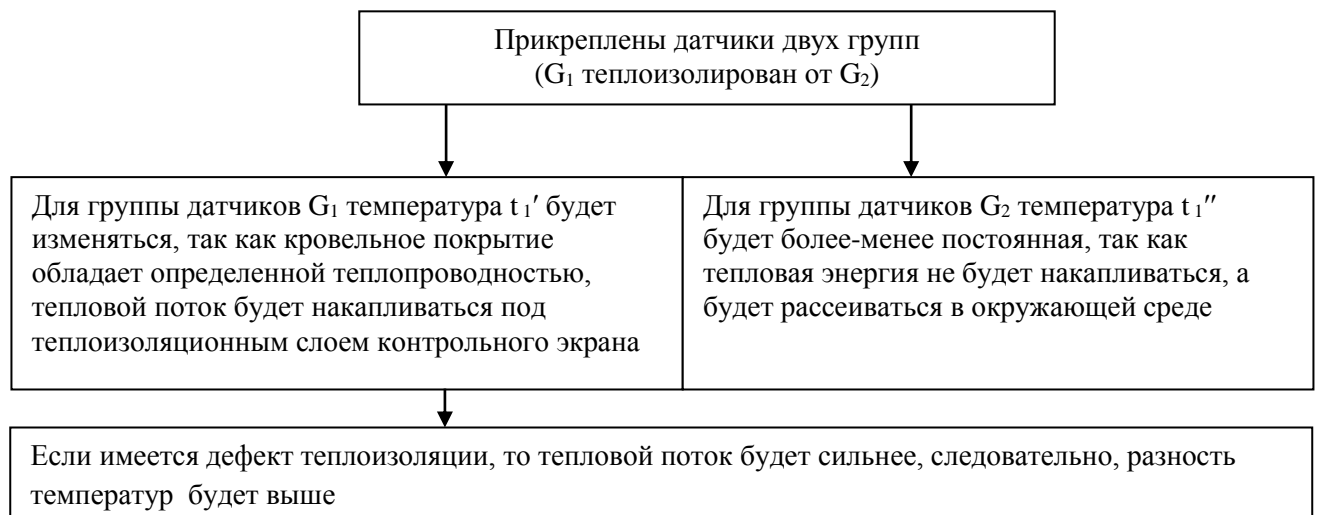


Рисунок 4.3 – Объяснение перепада температур ($t_{1''} - t_{1'}$) на первом этапе измерений

На втором этапе измерений включают охлаждающий элемент, чтобы охладить кровельное покрытие, к которой прикреплены датчики температуры первой группы G_1 . Данный элемент подает тепло до тех пор, пока не будет достигнута температура, равная температуре сравнения, т.е. до момента, когда перепад температур приблизится к нулю так близко, насколько это возможно. После достижения стабильного состояния можно считать, что вся поданная энергия прошла через кровельное покрытие. Так можно определить коэффициент теплопередачи, зная энергию на входе, площадь поверхности (m^2),

перекрываемую устройством, т.е. изоляцией, и перепад температур между охлажденной стороной (воздух с внутренней стороны теплоизоляционного покрытия под охлаждающим элементом) и холодной стороной (наружный воздух). Пластины регулируют электронным образом, чтобы довести ее температуру до температуры консольного датчика.

Тепловизионный контроль осуществляется изнутри здания для диагностирования дефектов теплоизоляции кровельного покрытия [21].

Исходя из приведенной информации относительно способа измерения температур датчиками контроля, сущность способа можно определить следующим образом.

Контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия разворачивается и укладывается на плоскую кровлю. В результате в том участке кровли, который накрыт контрольным экраном, температура начинает увеличиваться и тем больше она увеличивается, чем больше имеется дефект теплоизоляции кровельного покрытия. Чтобы удержать температуру перекрытой поверхности стены на уровне температуры зоны, окружающей эту поверхность, базовую пластину охлаждают. В состоянии равновесия электрическая энергия, поданная в единицу времени, эквивалентна тепловому потоку, проходящему через поверхность стены, перекрытую устройством. Исходя из величины этого теплового потока и значений температур теплой и холодной сторон, можно определить для стены утечку тепла.

Схема проведения эксперимента показана на рисунке 4.4.

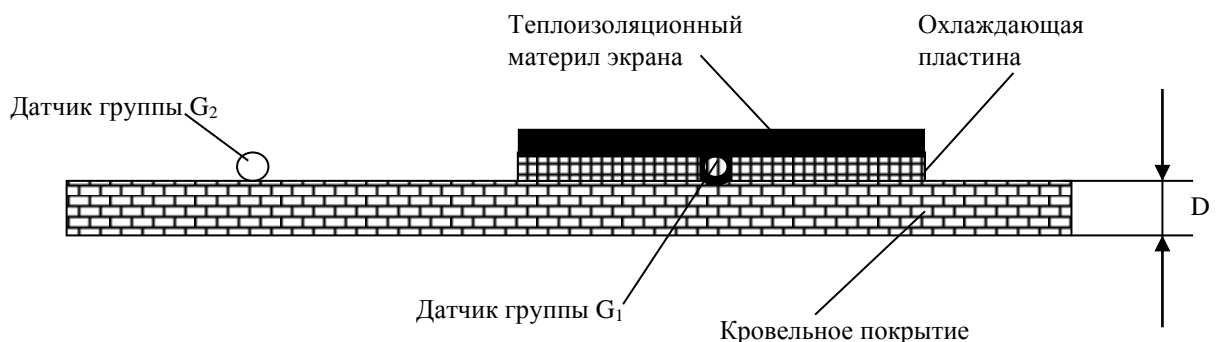


Рисунок 4.4 – Схема проведения эксперимента на плоском кровельном покрытии

Тепловой поток J , проходящий через конструкцию с момента начала подачи мощности, определяют в виде функции разности температур ΔT .

Предлагаемая модель активного теплового контроля кровельного покрытия связана с типами и сочетанием охлаждающего элемента и регистратора теплового потока.

При точечном сканировании теплового потока кровельное покрытие охлаждают в малой зоне, а температуру регистрируют с некоторым запаздыванием, величина которого зависит от глубины залегания дефектов. Необходимо некоторое время для выравнивания температур, так как первоначальная энергия охлаждения будет подаваться на кровельную поверхность и плотно прилегающий датчик. В дальнейшем, энергия охлаждения будет рассеиваться, если имеется дефект теплозащиты кровельного покрытия. В этом случае, возникнет эффект увеличения температуры t_1' , фиксируемой датчиком первой группы G_1 .

Точечное сканирование обеспечивает максимальные температурные контрасты над внутренними дефектами, если речь идет о внешнем охлаждении, и пригодно для обнаружения единичных трещин, расположенных перпендикулярно или под большим углом, сетки трещин и других видов разрушений [53].

Так как группы датчиков расположены в широкой и длинной полосе, покрывающей практически всю плоскость кровельного покрытия, это обеспечит регистрацию температурных отклонений по всей поверхности кровли. В результате, будут затронуты не только качественные участки, но и дефектные, если таковые имеются.

В случае, если кровельный пирог выполнен по одному типу и толщина слоев, их состав и способ выполнения не изменялись, можно определить параметр теплопроводности кровли (λ) и задать его константой. Если при устройстве кровли применялись различные толщины слоев, различный материал и способ его устройства, то для каждого участка необходимо определение собственного параметра теплопроводности. В этом случае, λ является константой только для однородных участков кровли.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

4.2 Типы дефектов, обнаруживаемых при помощи предлагаемого способа теплового контроля

В последние годы, способ точечного теплового контроля является популярным благодаря появлению на рынке нового поколения точечных тепловых датчиков и мощных нагревателей (охладителей), а также созданию эффективных алгоритмов обработки тепловых показателей. На рынке появились самокалибрующиеся тепловые датчики. Существуют надежные и простые способы калибровки датчиков теплового потока, не требующие применения внешних эталонных тепловых источников, и не требующие вывода тепловых датчиков из эксплуатации для процедуры калибровки или перекалибровки. Таким образом, калибровка и перекалибровка датчиков может производиться в процессе эксперимента.

В первом приближении (при малых разностях температуры ΔT между двумя средами, обменивающимися тепловой энергией), для всех трех механизмов теплопередачи плотность теплового потока пропорциональна разности температур ($Q \sim \Delta T$). В зависимости от типа конструкции и материала изделия можно выделить несколько типов дефектов, которые обнаруживаются с помощью теплового контроля, представленных в таблице 4.1 [39].

Таблица 4.1 – Виды дефектов, определяемых в ходе теплового контроля [39]

Вид дефекта	Проявления дефекта	Эффективность обнаружения с помощью предлагаемого метода
1. Расслоения между отдельными структурными частями кровельного пирога. 2. Непроклеи.	Дефект рассматривается как тонкий газовый промежуток. Происходят, как правило, перпендикулярно вектору теплового потока	В расслоившихся или непроклеенных областях кровельного пирога теплопроводность кровли λ отличается от теплопроводности соседних участков. Соответственно, изменяется промежуток времени, необходимый для выравнивания разности температур.
1. Одиночные трещины. 2. Сетки трещин.	Дефект рассматривается как тонкий газовый промежуток. Могут возникать под различным углом к вектору теплового потока и иметь разную глубину.	В местах трещин требуется подача большей тепловой энергии (энергии охлаждения) для того, чтобы обеспечить выравнивание температуры двух групп датчиков.

Окончание таблицы 4.1

Вид дефекта	Проявления дефекта	Эффективность обнаружения с помощью предлагаемого метода
1. Влага. 2. Примеси. 3. Локальные изменения структуры материала.	Дефект рассматривается как нарушение структуры материала. При отсутствии других дефектов данные дефекты возникают только на этапе строительства.	Теплопроводность кровли дефектных участков λ отличается от теплопроводности соседних участков. Соответственно, изменяется промежуток времени, необходимый для выравнивания разности температур. Можно определить в сочетании с тепловизором.

Вид функций $T(i, j, \tau)$ для дефектной области при различных дефектах кровельного покрытия может достаточно существенно отличаться. Данные отличия объясняются диффузией тепловой энергии в поперечном направлении. Наглядно данное явление представлено на рисунке 4.5.

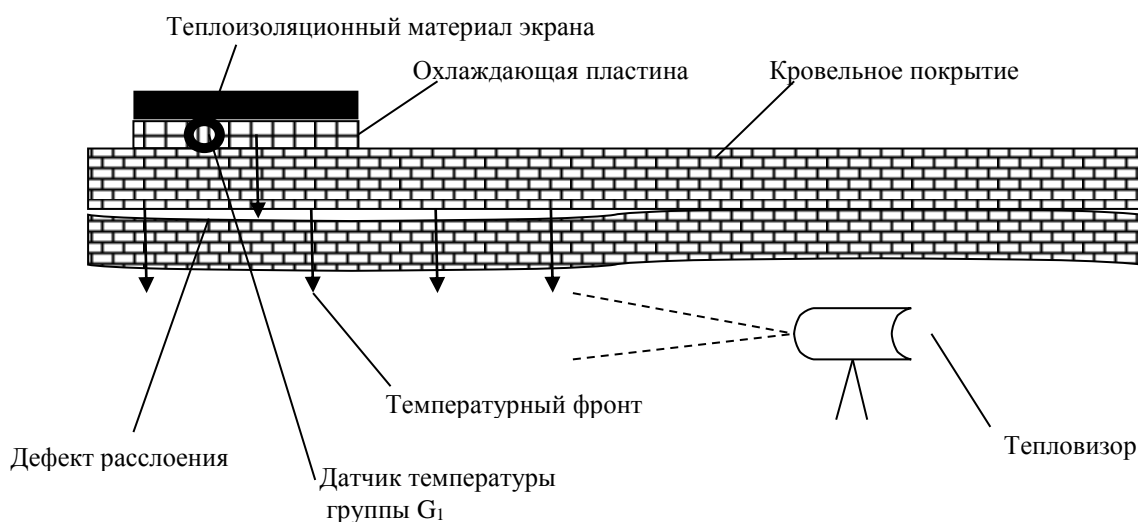


Рисунок 4.5 – Метод обнаружения дефектов расслоения и непрочлея материала кровельного покрытия с использованием контрольного экрана теплоизоляционных свойств в сочетании с тепловизором

Температурный фронт – поверхность раздела между возмущенной и невозмущенной в тепловом отношении средой исследуемого объекта (в случае предлагаемого способа объектом является кровельное покрытие). Тепловизором можно определить границы температурного фронта при активной фазе теплового контроля. Фронт температуры распространяется с конечной скоростью, данная схема пригодна для расчета температурного фронта с определенным шагом по

времени, а при расположении тепловизора перпендикулярно профилю теплового потока можно отследить и сам профиль температурного фронта [39].

Традиционный способ (пассивный бесконтактный способ теплового контроля при помощи тепловизора) не позволяет точно классифицировать дефект и указать его геометрические размеры. Данный способ лишь указывает на наличие дефекта и может указать его масштаб.

Следующая группа дефектов, классифицируемых данным методом – одиночные трещины или сетки трещин. В случае наличия таких дефектов, при охлаждении кровельного покрытия тепловая энергия достаточно быстро распространяется по всем имеющимся трещинам, следовательно, для достижения равенства температур t_1' и t_1'' требуется больше энергии.

При диагностировании трещин или сетки трещин используется метод «раннего обнаружения сигнала», согласно которому температурный сигнал регистрируют на ранних стадиях теплового процесса. Несмотря на то, что данным способом возможно обнаружить только относительно большие дефекты, преимуществом метода является низкий уровень диффузии тепла в поперечных направлениях, в результате чего обеспечивается высокое качество воспроизведения границ скрытых дефектов, близкое к тому, что имеет место в ультразвуковом методе контроля [39].

Для позднего обнаружения сигнала также используется тепловизионный контроль, который способен определить диффузию теплового потока.

Также допускается усреднение термограмм.

Третья категория дефектов: влага, примеси, локальные изменения структуры материала могут быть диагностированы до начала эксплуатации кровельного покрытия, когда известно об отсутствии других дефектов, допущенных при устройстве кровельного пирога.

Из-за наличия скрытых дефектов тепловые потоки внутри образца перераспределяются, что приводит к появлению на передней и задней поверхности образца специфических температурных аномалий. Температурные аномалии (сигналы) наблюдаются и регистрируются с помощью устройств измерения или визуализации температуры (например, тепловизора). Амплитуда,

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

форма и изменение во времени температурных сигналов служат информативными параметрами, которые позволяют оператору или автоматической системе обнаруживать те или иные дефекты (дефектоскопия), а также оценивать их параметры (дефектометрия) [39].

Анализ экспериментальных данных проводят с помощью специализированного программного обеспечения, ставя цель обнаружить дефекты с заданными статистическими характеристиками, такими, как вероятность правильного обнаружения и вероятность ложной тревоги. Если дефект обнаружен, возможна оценка его параметров путем решения обратной задачи теплового контроля. Процедуры контроля завершаются составлением карт дефектов, которые являются бинарными изображениями, где, например, единицу приписывают пикселям, относящимся к дефектным областям, а ноль – бездефектным областям.

4.3 Статистический анализ эффективности применения активных методов теплового контроля плоской кровли

Общим критерием сравнения различных процедур теплового контроля является критерий выявления сигнала дефекта, который в общем случае определяют по формуле 2:

$$Z = \frac{X_{д}^{CP} - X_{БД}^{CP}}{\sigma_{БД}}, \quad (2)$$

где: Z – критерий выявления сигнала дефекта;

$X_{д}^{CP}$ – средний оцениваемый показатель в дефектной зоне;

$X_{БД}^{CP}$ – средний оцениваемый показатель в бездефектной зоне;

$\sigma_{БД}$ – стандартное отклонение показателя в бездефектной зоне.

Стандартное отклонение показателя в бездефектной зоне определяется по формуле 3;

$$\sigma_{БД} = \sqrt{\frac{\sum (X_{БД(i)}^{CP} - X_{БД}^{CP})^2}{n - 1}}, \quad (3)$$

где: $\sigma_{БД}$ – стандартное отклонение показателя в бездефектной зоне;

$X_{БД}^{CP}$ – средний оцениваемый показатель в бездефектной зоне;

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

$X_{БД(i)}$ – оцениваемый показатель в бездефектной зоне во время i -ого эксперимента;

n – число экспериментов.

Оценка качества модели определяется соотношением верно и ошибочно предсказанных дефектов по следующим критериям [39]:

- корректность прогнозирования – показатели качества фильтрации при заданной условной вероятности;
- чувствительность (формула 4), т.е. доля верно определенных дефектов теплоизоляции кровельного покрытия;
- специфичность (формула 5) - т.е. доля ложно определенных дефектов;
- соотношение шум/сигнал (формула 6);
- соотношение «качество фильтрации» (формула 7), во сколько раз больше дефектов в сформированной «подозрительной выборке».

Формулы оценки качества модели имеют следующий вид (формулы 4 – 7):

$$S_{ENS} = \frac{A}{A + B}, \quad (4)$$

$$S_{PEC} = \frac{C}{C + D}, \quad (5)$$

$$\frac{N}{S} = \frac{B/(B + D)}{A/(A + C)}, \quad (6)$$

$$R = \frac{S_{ENS}}{S_{PEC}}, \quad (7)$$

Выборка распределяется в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2 – Распределение мест теплового контроля одним экраном одного кровельного покрытия по условным группам

Распределение мест теплового контроля экраном с N парами датчиков (одна пара датчиков по одному датчику из групп G ₁ и G ₂)		Фактические	
		Дефекты	Бездефектные места
Предсказанные	Дефекты	A	C
	Бездефектные места	B	D

Для оценки эффективности предлагаемого метода контроля качества теплоизоляции кровли используется принцип массового характера статистического наблюдения. Предполагается исследование большого количества плоских кровель с целью выявления всех случаев дефектов теплоизоляции, а также подтверждение дефектов другими способами контроля. Разность температур, а также количество тепловой энергии, подаваемой на пластины охлаждения, подвергаются измерению и регистрации в процессе статистического наблюдения. В качестве подтверждающего исследования выбран способ ультразвукового контроля и пассивного теплоизоляционного контроля.

Систематичность контроля качества кровельного покрытия не должна носить стихийного характера. Работы, связанные с тепловизионным контролем качества теплоизоляции плоских кровель, должны выполняться либо непрерывно, либо регулярно, через одинаковые интервалы времени.

Процесс подготовки статистического наблюдения предполагает установление цели и объекта наблюдения, выбор единицы наблюдения, состава признаков, подлежащих регистрации. Для сбора данных необходимо разработать бланки документов и выбрать средства и методы их получения.

Анализ проводился следующим образом:

1. Было определено для анализа 25 плоских кровельных покрытий. Все покрытия имеют одинаковый состав:

- Основание: Железобетонная плита перекрытия.
- Пароизоляция: Бикрост ТПП – 3 мм.
- Теплоизоляция: Экструзионный полистирол Carbon Prof – 130 мм.
- Уклонообразующий слой: Керамзитовый гравий 50 – 225 мм.
- Цементно-песчаная стяжка М150, армированная сеткой Ø4Вр-1.
- Гидроизоляция: 1 слой – Техноэласт ФИКС с механическим креплением к основанию – 4 мм.
- Гидроизоляция: 1 слой – Техноэласт ЭКП – 4 мм.

2. Был подготовлен экран согласно рисунку 4.2, размером 10 000 х 1 000 мм, состоящий из 20 пар датчиков (20 датчиков группы G₁ и 20 датчиков группы G₂).

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Так как площадь экрана составила 10 кв. м., поэтому размещение датчиков на экране составляет 2 пары датчиков на 1 кв. м. Для каждого из датчиков группы G₁ смонтирована термоэлектрическая охлаждающая пластина. Источник постоянного тока был присоединен к концевым коммутационным шинам модуля. Далее, происходит поглощение тепловой энергии и соответственно постепенно охлаждается до требуемой температуры кровельное покрытие с внешней стороны поверхности охлаждающей пластины.

Также использовались следующие инструменты:

- Тепловизор Condrol IR-CAM2 3-17-02.
- Ультразвуковой дефектоскоп DRY ROOF PRO.

3. Была проведена серия испытаний (25 испытаний на 25 кровельных покрытиях). Так как в ходе каждого точечного контроля используется 20 пар датчиков, следовательно, на каждом кровельном покрытии может быть выявлено до 20 дефектных участков.

Тогда, на 25 кровельных покрытиях в результате испытаний может быть выявлено до 500 дефектных участков.

Результаты испытаний были зафиксированы и обработаны. По результатам испытаний была составлена таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты испытаний контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия

Распределение мест теплового контроля экраном с N парами датчиков		Фактические	
		Дефекты	Бездефектные места
Предсказанные	Дефекты	360	11
	Бездефектные места	11	140

Таким образом, контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия показал наличие дефектов на 371 участке. Однако, в процессе дальнейшего исследования подтвердилось наличие 360 дефектов на ранее предсказанных участках. Среди выявленных дефектов:

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Трещины, сетки трещин (с проникновением влаги) – 321 случай (подтверждено 100% случаев);

Влага, изменение структуры материала – 15 случаев (подтверждено 4 случая из 15 или 26,7% случаев).

Расслоения между отдельными структурными частями кровельного покрытия – 35 случаев (подтверждено 100% случаев).

Доля верно определенных дефектов теплоизоляции кровельного покрытия определена с использованием формулы 4:

$$S_{\text{ENS}} = \frac{A}{A + B} = \frac{360}{360 + 11} = 0,9704 \text{ или } 97,04\%.$$

В 2,96% случаев данный метод не выявляет дефекты, которые фактически присутствуют в кровельном покрытии. В частности, не выявлены микротрещины, неглубокие трещины в кровельном покрытии, а также пустоты в керамзитовом наполнителе.

Доля ложно определенных дефектов кровельного покрытия определяется с использованием формулы 5:

$$S_{\text{ENS}} = \frac{C}{C + D} = \frac{11}{140 + 11} = 0,0728 \text{ или } 7,28\%.$$

Таким образом, в 7,28% случаев предложенный способ неверно оценивает дефекты теплоизоляции кровельного покрытия. Необходимо отметить, что имеются ситуации, связанные с тем, что часть используемых материалов имеет внутреннюю влагу. В этом случае, предлагаемый способ контроля может определить внутреннюю влагу материала как дефект, однако такой случай дефектом не является. Аналогичные результаты по внутренней влажности показывает тепловизионный контроль кровельного покрытия.

Соотношение «шум/сигнал» определяется с использованием формулы 6:

$$\frac{N}{S} = \frac{B / (B + D)}{A / (A + C)} = \frac{11 / (11 + 140)}{360 / (360 + 11)} = 0,0751 \text{ или } 7 \text{ (целая часть числа) шумов.}$$

Таким образом, на 100 сигналов о наличии дефектов выявлено 7 шумов, на которые необходимо обратить внимание при проведении контроля качества устройства кровельного покрытия.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Качество фильтрации определяется с использованием формулы 7, а именно:

$$R = \frac{S_{ENS}}{S_{PEC}} = \frac{0.9704}{0.0728} = 13.3203 \text{ (в выборке, сформированной при помощи}$$

рекомендуемого метода контроля, в 13,32 раза больше дефектов, чем в выборке, сформированной традиционным способом).

Таким образом, рекомендуемый способ контроля качества кровельного покрытия может быть применен при выполнении работ по контролю теплоизоляции плоских кровель.

Несомненно, популярность использования мягких кровельных материалов при устройстве плоских кровель достаточно высока, в том числе из-за простоты выполнения работ по замене старой кровли жилищного фонда. Однако следует подчеркнуть, что для каждой группы кровельных материалов показатели роста популярности будут отличаться в ту или иную сторону, поскольку изменяется технология. Также, совершенствуются технологии контроля качества устройства кровель, появляются новые методы, которые позволяют с большей уверенностью выявлять скрытые и небольшие по размерам дефекты.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

5 Экономическое обоснование разработанных предложений

5.1 Описание и расчет инвестиционных затрат

Для реализации предлагаемого мероприятия необходимо самостоятельно создать контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия.

Предположительная стоимость создания контрольного экрана представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Инвестиционный бюджет создания контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия

Статья инвестиционных затрат (без НДС)	ед. изм.	кол-во	цена за ед.	стоимость, руб.
1. Материальные затраты – всего,				691 950,00
в том числе:				
1.1 Датчики температуры точечные	ед.	40	15 000,00	600 000,00
1.2 Электрическая охлаждающая пластина	ед.	20	1 200,00	24 000,00
1.3 Источник постоянного тока	ед.	1	30 000,00	30 000,00
1.4 Двужильный провод	п. м.	50	70,00	3 500,00
1.5 Теплоизоляционный фольгированный рулонный материал	кв. м.	10	150,00	1 500,00
1.6 Прочие материалы (5% от стоимости основных материалов)				32 950,00
2. Затраты на оплату труда	Чел/час	25	1 500,00	37 500,00
3. Отчисления на социальные нужды	% от ФОТ	30	37 500,00	11 250,00
в том числе				
3.1 Пенсионное	% от ФОТ	22	37 500,00	8 250,00
3.2 Социальные	% от ФОТ	2,9	37 500,00	1 087,50
3.3 Медицинское (ОМС)	% от ФОТ	5,1	37 500,00	1 912,50
4. Услуги подрядчиков – всего,				60 000,00
в том числе:				
4.1 Услуги по обеспечению качества измерительного оборудования	ед.	1	50 000,00	50 000,00
4.2 Транспортно-экспедиционные услуги	ед.	1	10 000,00	10 000,00
Итого инвестиционные затраты				800 700,00

Таким образом, полная стоимость контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия составит 800 700,00 руб. (без НДС). Основная часть затрат на создание контрольного экрана – материальные затраты (691 950,00 руб.), что соответствует доли в 86,42% от всей стоимости экрана.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Также, для создания контрольного экрана для оценки теплоизоляционных свойств кровельного покрытия необходимы затраты на оплату труда, которые связаны с выполнением следующих работ:

1. Перфорация теплоизоляционного материала для размещения датчиков группы G₂.
2. Монтаж охлаждающих пластин под теплоизоляционным материалом.
3. Монтаж датчиков групп G₁ и G₂.
4. Подключение источника постоянного тока.

Для выполнения подобных работ потребуется электрик, затраты времени оцениваются в 25 человеко-часов (более 3 дней при 8-часовом рабочем дне). В случае серийного выпуска данного контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия электрик должен быть в штате компании, в этом случае заработная плата, а так же отчисления на социальные нужды будут включены в стоимость готовой продукции.

5.2 Описание услуги проекта

Контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия создается для оказания следующих услуг:

- Тепловизионное исследование кровельных конструкций с составлением дефектной ведомости, локальной и сводной ведомостей объемов работ.
- Полный комплекс услуг по ремонту кровельного покрытия.

В России подавляющая доля кровель – это мягкая рулонная кровля. Во многих многоквартирных жилых домах кровельное покрытие сегодня требует ремонта, так как оно было выполнено 30-40 лет назад. Постоянного ремонта требует примерно 50% находящихся в эксплуатации кровель. При этом применяемые технологии не устраняют источника возникновения протечек из-за некачественного определения дефектов кровельного покрытия.

Техническое обследование кровель производится в связи с предполагаемой их реконструкцией, обнаружением дефектов, вызывающих сомнение в их эксплуатационных качествах, после аварий зданий или сооружений, а также в

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

порядке планового ремонта.

Проведем анализ ценовых предложений по услуге «Тепловизионное исследование строительных конструкций», так как эта услуга наиболее близко подходит к предлагаемой нами услуге проекта. Сравнение ценовых предложений представлено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сравнение ценовых предложений основных конкурентов за 100 кв. м строительной конструкции

Компания	Метод анализа	Стоимость услуги, руб.
Группа компаний «Куб»	Полный комплект	3 500,00
ООО «Ремстрой-тепло»	Полный комплект	3 000,00
ООО ЭЦ «Токмас»	Только тепловизионный	5 000,00
ООО «Тепловизорро»	Только тепловизионный	4 000,00

Таким образом, подавляющее большинство ценовых предложений конкурентов укладывается в диапазон цен от 3 000,00 руб. до 5 000,00 руб. При этом, имеется большое число конкурентов, услуги которых ограничиваются тепловизионным методом анализа.

Среди проанализированных конкурентов отсутствуют компании, которые предлагают услуги на основе инновационных методов контроля. Предлагаемая нами услуга относится к инновационным методам контроля, ее инновационный характер является дополнительным конкурентным преимуществом на рынке данного вида строительных услуг.

При выходе на строительный рынок данный вид услуг будет реализовываться в рамках стратегии «проникновения на рынок». Суть стратегии заключается в следующем: максимально быстро расширить присутствие на строительном рынке и наладить сбыт данной инновационной услуги со стороны нашего предприятия. При реализации такой стратегии предприятие должно постепенно укреплять свое положение на строительном рынке за счет более полного охвата рынка. Стратегия проникновения на рынок относится к высокочувствительным стратегиям (так как связана с интенсивной рекламной поддержкой и стратегией первоначальных низких цен с целью захвата рынка).

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Для реализации данной стратегии рекомендуется установить цена в размере 3 000,00 руб. за 100 кв. м кровельного покрытия. Так как созданный контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия имеет площадь покрытия 10 кв. м, для оказания единичной услуги необходимо сделать 10 замеров при помощи данного экрана. Средняя длительность одного замера составляет 0,5 часа. Тогда, для оказания услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций» при помощи одного контрольного экрана требуется 5 часов.

На завершающем этапе оценим экономическую эффективность предлагаемой услуги.

5.3 Оценка экономической эффективности услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций»

Анализ экономической эффективности начинается с определения постоянных и переменных затрат, связанных с оказанием данной услуги. На основании данного распределения затрат определяется точка безубыточности, а при прогнозном спросе на услугу – запас финансовой прочности.

Переменные затраты на оказание услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций» приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Переменные затраты на оказание услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций»

Статья затрат	ед. изм.	Норма затрат на 100 кв. м	Стоимость за 1 ед. изм.	Итого затраты на 100 кв. м (руб.)
Затраты на оплату труда оператора контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия	Чел/час	5	200,00	1 000,00
Отчисления на социальные нужды с оплаты труда	% от ФОТ	30	60,00	300,00
Затраты на электроэнергию	кВт·ч	1	3,14	3,14
Итого переменные расходы на оказание услуги (на 100 кв. м):				1 303,14

Таким образом, для оказания одной услуги тепловизионного контроля кровельного покрытия (с составлением дефектной ведомости) требуется 1 303,14

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			94

руб. Основная статья затрат – оплата труда оператора контрольного ковра. На данную статью затрат будет направлено 76,73% от всех переменных расходов. Следовательно, услуга является трудоемкой.

На следующем этапе определим постоянные затраты на оказание услуг. Расчет приводится в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Постоянные затраты на оказание услуги «Тепловизионное обследование кровельных конструкций»

Статья затрат	Сумма, руб. в мес.	Комментарии
Амортизация	13 345,00	Линейный способ начисления амортизации: 1. Срок службы контрольного ковра – 5 лет (60 мес.). 2. Первоначальная стоимость основного средства – 800 700,00 руб.
Оплата труда административного персонала	30 000,00	Оплата труда менеджера по продажам услуги
Отчисления на социальные нужды	9 000,00	30% от официальной заработной платы
Услуги бухгалтера (аутсорсинг)	3 000,00	Предполагается передача бухгалтерского обслуживания на аутсорсинг
Итого постоянные затраты	55 345,00	За месяц оказания услуг

На основании представленных данных оценим безубыточный объем оказания услуги. Расчет произведем по следующей формуле (формула 8):

$$Q^* = \frac{I_{\text{пост}}}{P - C}, \quad (8)$$

где: Q^* – безубыточный объем оказания услуг;

$I_{\text{пост}}$ – издержки постоянные;

P – стоимость услуги;

C – переменные издержки на единицу услуг.

Тогда, имеем следующий безубыточный объем оказанных услуг:

$$Q^* = \frac{55345,00}{3000 - 1303,14} = 32,62 \text{ или } 33 \text{ услуги по } 100 \text{ кв. м (безубыточный объем}$$

оказания услуг составляет 33 законченные услуги или 3 252 кв. м кровельного покрытия).

Мотивом для заключения договора оказания услуг для заказчика будут следующие факторы:

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

1. Полное обследование по предлагаемому проекту позволит выявить 97% имеющихся дефектов, их геометрические размеры и точные координаты. Таким образом, заказчик получает полную диагностическую карту кровельного покрытия, что избавит его от излишних затрат по повторному ремонту кровли, по излишне проведенным работам.

2. Помимо дефектной ведомости, по результатам контрольных мероприятий может быть составлена ведомость объемов работ с картой выполнения работ. Рассчитаны объемы работ, потребность в материалах, в технике, в рабочей силе.

Проведем анализ потенциального рынка сбыта услуги «Тепловизионный контроль кровельного покрытия». Результаты анализа представим на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Обоснование внедрения услуги «Тепловизионный контроль кровельного покрытия»

Таким образом, для заказчика выгода заключается в сокращении расходов на

повторное обследование кровельного покрытия, уточнения объемов и стоимости работ, а также на поиск дополнительных источников финансирования, так как возрастает объем работ сверх сметных расчетов.

Рассчитаем экономию заказчика. Расчет произведем методом аналогий. На первом этапе определим среднюю стоимость ремонта за 1 кв. м кровли. Результаты расчета представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчет средней стоимости ремонта 1 кв. м кровли по ранее выполненным работам (2016 – 2017 годы)

Вид работ	Площадь, кв. м	Стоимость (без НДС)	Цена за кв.м.
Выполнение работ по капитальному ремонту кровли здания по адресу: Челябинская область, г. Трехгорный, ул. Заречная, д. 13	19 833	26 661 573,73	1 344,30
Услуги по ремонту мягкой кровли огневым способом производства работ ТЭСЦ-6	8 119	14 250 000,00	1 755,14
Ремонт кровли производственного здания Челябинская область, пгт. Увельский, ул. Железнодорожная, 59	468	853 084,75	1 822,83
Выполнение работ по текущему ремонту кровли нежилого здания учебно-лабораторного корпуса № 4 (хозблок № 1)	3 284	5 209 606,00	1 586,36

Таким образом, исходя из 4 последних выполненных работ, было отремонтировано 31 704 кв. м кровельного покрытия на сумму 46 974 264,47 руб. (без НДС). Средняя стоимость ремонта 1 кв.м. кровли составила 1 481,65 руб.

Учитывая, что предприятие на сегодняшний день располагает портфелем заказов в объеме 1 656 кв. м, имеем следующее:

1. Потенциальная выручка от оказания услуг по ремонту мягких кровельных покрытий зданий составляет 2 453 614,12 руб.

2. Потенциальные доходы от оказания услуг по тепловизионному контролю кровельных покрытий составляют 49 680,00 руб. (по 3 000 руб. за 100 кв. м кровельного покрытия).

3. Экономия заказчика, связанная с отсутствием необходимости в повторном исследовании кровельного покрытия в связи с определением новых дефектов в ходе выполнения ремонтных работ, составляют 29 443,00руб. или 1,2% от 2 453 614,12 руб.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Так как имеющийся портфель заказов составляет 1 656 кв. м в течение 7 дней работ, то есть однодневный объем работ в среднем составляет 236,6 кв. м. Стоимость услуг в первый год оказания услуг составит 3 000 руб., в дальнейшем стоимость услуг будет индексироваться на 10% ежегодно (прогноз условной индексации). Переменные затраты будут также проиндексированы на 10%. Постоянные затраты изменяться не будут.

Рассчитаем чистую текущую стоимость проекта с учетом заданных темпов выполнения работ.

Таблица 5.6 – Расчет дисконтированного денежного потока инвестиционного проекта

Показатель	1 год реализации проекта	2 год реализации проекта	3 год реализации проекта
Однодневный объем работ	236,6	236,6	236,6
Число дней в году, в которых будут выполняться работы по тепловизионному контролю кровельного покрытия	350	350	350
Стоимость работ (на 100 кв. м)	3 000,00	3 300,00	3 630,00
Годовой полезный объем работ, в кв. м	82810	82810	82810
Годовая выручка	2 484 300,00	2 732 730,00	3 006 003,00
Норма переменных затрат на 100 кв. м кровельного покрытия	1 303,14	1 433,45	1 576,80
Переменные затраты	1 079 130,23	1 187 043,26	1 305 747,58
Постоянные затраты	664 140,00	664 140,00	664 140,00
Прибыль до налогообложения	741 029,77	881 546,74	1 036 115,42
Налог на прибыль (20%)	148 205,95	176 309,35	207 223,08
Чистая прибыль	592 823,81	705 237,39	828 892,33
Амортизация	160 140,00	160 140,00	160 140,00
Чистый денежный поток	752 963,81	865 377,39	989 032,33
Ставка дисконтирования	15,00%	15,00%	15,00%
Коэффициент дисконтирования	0,8696	0,7561	0,6575
Дисконтированный денежный поток	654 777,33	654 311,85	650 288,76
Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	654 777,33	1 309 089,18	1 959 377,94

Расчеты показывают, что ежегодно в течение всего горизонта планирования предприятие будет получать положительный денежный поток от реализации проекта. При этом, несмотря на рост чистой прибыли, чистый дисконтированный денежный поток будет сокращаться. Если в первый год реализации проекта дисконтированный денежный поток составит 654 777,33 руб., то по итогам

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

третьего года реализации проекта денежный поток сократится до 650 288,76 руб.

Чистый приведенный эффект – это один из важнейших показателей оценки эффективности инвестиций, определяемый как разницу между приведенным к настоящей стоимости денежным потоком за весь период эксплуатации инвестиционного проекта и суммой инвестируемых в него средств. Расчет чистого приведенного эффекта определяется через уменьшение чистого дисконтированного денежного потока на сумму инвестиций (формула 9).

$$ЧПС = \sum ЧДДП - \sum И, \quad (9)$$

где: ЧПС – чистая приведенная стоимость проекта;

ЧДДП – чистый дисконтированный денежный поток;

И – инвестиции.

Тогда чистая приведенная стоимость проекта составит:

$$ЧПС = 1959377,94 - 800\,700,00 = 1\,158\,677,94 \text{ руб.}$$

В этом случае наиболее используемым показателем, отражающим рентабельность инвестиций, является коэффициент ROI (Return on Investment), что означает возврат на вложенный капитал. Так как длительность проекта составляет 3 года, имеем следующую рентабельность инвестиций (формула 10):

$$ROI = \sqrt[n]{\frac{ЧПС}{И}} - 1, \quad (10)$$

где: ЧПС – чистая приведенная стоимость проекта;

И – инвестиции;

ROI – рентабельность инвестиций;

n – число лет реализации проекта.

Тогда, имеем следующее:

$$ROI = \sqrt[3]{\frac{1\,158\,677,94}{800\,700}} - 1 = 0,1310 \text{ или } 13,10\% \text{ годовых.}$$

На завершающем этапе рассчитаем срок окупаемости проекта внедрения нового метода контроля качества кровельного покрытия. Срок окупаемости – это минимальный временной интервал (измеряемый в месяцах или годах) от начала осуществления проекта, за который инвестиционные затраты покрываются

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

чистыми денежными поступлениям от проекта. Расчет проводится методом прямого счета в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Расчет срока окупаемости проекта

Период	Дисконтированные денежные потоки	Дисконтированные денежные потоки нарастающим итогом	Однодневный дисконтированный денежный поток
Инвестиционный период	-800 700,00	-800 700,00	x
1 год реализации проекта	654 777,33	-145 922,67	1 793,91
2 год реализации проекта	654 311,85	508 389,18	1 792,64
3 год реализации проекта	650 288,76	1 158 677,94	1 781,61

Расчет показывает, что в первый год реализации проекта сохраняется дефицит денежного потока, полная сумма инвестиций не покрывается. Дефицит денежных средств в сумме 145 922,67 руб. покрывается во второй год реализации проекта. Рассчитаем точное число дней, необходимых для покрытия данного дефицита по формуле 11:

$$D = \frac{\text{Деф ДП}}{\text{ОДП}}, \quad (11)$$

где: D – число дней, необходимых для покрытия дефицита денежного потока;

Деф ДП – дефицит дисконтированного денежного потока за год, в котором в последний раз наблюдается данный дефицит;

ОДП – однодневный денежный поток в год, в котором происходит полное покрытие данного дефицита.

Тогда, имеем следующее:

$$D = \frac{145\,922,67}{1\,792,64} = 81,40 \text{ или } 82 \text{ полных дня.}$$

Таким образом, срок окупаемости проекта внедрения нового способа контроля качества кровельного покрытия составляет 1 год и 82 полных дней работы проекта. Разработанный проект инвестиций в совершенствование методов контроля качества кровельного покрытия является инвестициями в реальный сектор экономики, которые направлены на поддержание в нормальном эксплуатационном состоянии действующих кровельных покрытий и приводит к повышению технического уровня тепловизионного контроля кровельных покрытий.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 Разработка рекомендаций по применению научных выводов на практике

В представленном исследовании был разработан, экономически обоснован и рекомендован ко внедрению метод тепловизионного контроля качества мягкого кровельного покрытия. Данный метод может быть применен всеми строительными организациями, осуществляющие кровельные работы с использованием мягкого кровельного материала.

Данное направление исследования является перспективным, так как не менее 60% кровельных работ в Российской Федерации осуществляются на основе технологии с использованием мягкого кровельного покрытия. Существует большое число научных коллективов, осуществляющих разработку новых методов контроля качества кровельного покрытия, что подтверждается их патентной активностью, рассмотренные нами в пп.1.2. и 1.3 настоящего исследования. Большинство разработанных способов контроля качества кровельного покрытия сводится к тепловизионному обследованию кровли.

Нами были определены основные группы проблем, возникающих при проведении строительных работ с использованием материалов мягкого кровельного покрытия, а именно:

- Проблема построения оптимальной модели эксплуатации кровельного материала.
- Проблема поиска кровельного материала, необходимого оборудования и проблема соответствия эксперимента внешним условиям его проведения.
- Проблема пропуска дефектов при обследовании кровельных материалов, выполнении работ по устройству кровельного покрытия и диагностике изоляционных свойств покрытия.
- Проблема неправильного отображения параметров дефекта.
- Проблема искажения карты дефектов кровельного покрытия.

В данном исследовании были представлены конкретные предложения по внедрению разработанного нами инновационного метода контроля качества кровельного покрытия. Данный метод может быть использован при выявлении дефектов кровельного покрытия, при определении координат, видов и параметров

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

дефектов, при определении объемов работ по ремонту кровельного покрытия. Для обнаружения глубоких дефектов более пригодна двухсторонняя схема теплового контроля, однако изделия большой толщины могут потребовать длительного охлаждения кровельного покрытия.

С целью внедрения разработанного метода тепловизионного контроля кровельного покрытия рекомендуется произвести патентование данного метода и наладить производство контрольных экранов тепловизионных свойств кровельного покрытия.

В дальнейшем строительные компании могут использовать данный экран на кровлях большой площади для выявления всех возможных дефектов и составления дефектной ведомости. Поскольку объем ремонтных работ на кровлях будет ежегодно возрастать в условиях увеличения темпов строительства жилых объектов, объектов социально-культурного и промышленного назначения, а также в связи с высокой долей износа кровельного покрытия на уже введенных зданиях и сооружениях, применение новых технологий ремонта с привлечением специализированных организаций, современных средств механизации и автоматизации, позволит значительно увеличить межремонтные сроки кровли и сэкономить материальные, трудовые и финансовые ресурсы.

Установлено, что в России износ рулонных кровель составляет около 70 процентов, что предопределяет большое поле деятельности для выполнения ремонтных работ. Рекомендуется применение данного устройства на кровельных покрытиях большой площади, что значительно повышает эффективность рекомендуемого метода. Для этих целей необходимо обратить внимание на тендеры, сведения о которых публикуются на сайтах государственных закупок (www.zakupki.gov.ru).

Наибольший эффект от внедрения рекомендации планируется на строительных предприятиях, где имеются большие и сложные объемы работ на кровельных покрытиях большой площади при относительно небольшом количестве оборудования. В первую очередь это здания промышленных предприятий, кровли крупных городских объектов.

Контрольный экран должен быть выполнен из рулонного теплоизоляционного

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

материала с перфорациями. Данный способ выполнения контрольного экрана обеспечит удобство хранения и эксплуатации самого экрана. Комплектное транспортирование контрольного экрана осуществляется в рулонах на поддоне.

Также рекомендуется разработать технологическую документацию на предлагаемый контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия. Необходимо обеспечить комфортные условия передачи технологической документации другому строительному предприятию, которое будет пользоваться разработанным методом контроля качества кровельного покрытия с минимальным переоформлением данной документации.

На следующем этапе необходима разработка технологической документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца на основании конструкторской документации. Корректировка и разработка технологической документации по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца осуществляется с присвоением литеры «О».

Источниками средств на создание контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия являются средства строительного предприятия, заинтересованного в применении предлагаемого метода контроля. Созданный контрольный экран становится собственностью того предприятия, которое осуществило инвестиции в полном объеме. В дальнейшем, данное предприятие будет использовать полученное средство контроля для оказания услуг и получения прибыли.

Строительные компании могут включить в список оказываемых услуг следующие услуги: проверка теплоизоляции кровель жилых и нежилых зданий, проверка систем теплоснабжения, нахождение скрытых коммуникаций, энергоаудит жилых и нежилых зданий.

При установлении цен на оказываемые услуги рекомендуется ориентироваться на цены конкурентов, осуществляющих аналогичные услуги. При этом, необходимо использовать стратегию проникновения на рынок, которая предполагает установление цены на минимальном уровне. Рекомендуется постепенное увеличение рыночной доли за счет участия в проектах обновления основных фондов крупных промышленных предприятий.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ накопленного опыта производства кровельных работ, а также контроля качества устройства мягких кровель привел к осознанию необходимости совершенствования технологических процессов, обеспечивающих повышение качества контроля теплоизоляционных свойств применяемых материалов. Вследствие этого были выявлены основные направления совершенствования процессов контроля.

На сегодняшний день разработано большое число методов контроля качества устройства кровель. В работе была представлена классификация и краткий обзор используемых методов. Было определено, что наиболее важным свойством для строящегося или ремонтируемого здания является его теплоизоляция. В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля стал одним из самых востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве. В данном направлении проводятся научные исследования, разработанные передовые методы активно патентуются, что отражается в базах данных патентной информации.

С учетом сформулированного вывода был произведен патентный поиск и выявлены основные цели научных исследований. Определено, что наиболее перспективным направлением исследования является оптимизация способов теплового неразрушающего контроля многослойных объектов и протяженных сложнопрофильных труднодоступных объектов.

Разработанные и применяемые на практике методы наглядны и имеют большую производительность. Однако, у каждого из применяемых методов имеются недостатки, которые стимулируют научные коллективы на продолжение исследований. Основные выявленные недостатки заключаются в высокой трудоемкости, высокой стоимости работ, локальном характере определения дефектов, высокой погрешности измеряемых параметров.

Наиболее распространен пассивный метод тепловизионного контроля кровельного покрытия. Его технология заключается в том, что в процессе исследования кровельное покрытие не подвергают искусственному нагреву, а

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

используется тепловая энергия, формируемая внутри или снаружи здания. В этом случае тепловизионный контроль не всегда позволяет определить точное расположение дефектного участка, не позволяет определить мелкие дефекты на ранней стадии возникновения.

В работе была представлена классификация основных дефектов кровельного покрытия. Было определено, что среди внешних проявлений дефектов наиболее часто встречаются протечки, которые появляются непосредственно после дождя (первый тип); такого рода протечки могут появляться и через определенное время после дождя. Протечки могут появляться через некоторое время после начала таяния снега на кровле (второй тип). Этот промежуток времени может находиться в пределах от нескольких часов до нескольких дней.

Причинами третьего типа протечек (мерцающих) является то, что они появляются не после каждого дождя, а появляются микротрещины в отдельных слоях кровельного ковра, или из-за недостающей ширины фартуков и зонтов над строительными конструкциями, некачественном заполнении швов в кирпичной кладке парапетов и стыков парапетных панелей. Одной из основных причин разгерметизации кровельного ковра является намокание утеплителя и, как результат, возникновение критического давления водяных паров на кровельный ковер при интенсивном нагревании поверхности в летнее время.

В работе изучены методы контроля, которые могут быть применены к процессу выявления дефектов кровельного покрытия. Все они могут быть классифицированы по двум основным группам контроля: группу неразрушающего контроля и группу повреждающего контроля. Постоянное совершенствование методов контроля приводит к повышению качества диагностики, ускорению и удешевлению процесса контроля.

На сегодняшний день визуальный и измерительный контроль относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данные методы являются базовыми и предшествуют всем остальным методам дефектоскопии. Предлагаемый нами метод контроля может применяться в комплексе с другими методами неразрушающего контроля.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Предлагаемый способ контроля будет использоваться для контроля теплоизоляции плоских кровельных покрытий большой площади. Основная цель – сократить трудоемкость выполнения работ и увеличить качество диагностики кровельного покрытия.

Согласно предлагаемому методу, требуется две группы датчиков температуры, из которых датчики группы 1 теплоизолированы от датчиков группы 2. Датчики должны использоваться в сочетании с тепловизором. Условное название предлагаемого устройства контроля качества теплоизоляции кровельного покрытия – «контрольный экран теплоизоляционных свойств кровельного покрытия».

Предлагается размещение датчиков температуры на теплоизоляционной перфорированной ткани. Первая группа датчиков будет размещаться на теплоизоляционном слое, вторая группа датчиков на – перфорированных участках.

В предлагаемом способе тепловая стимуляция кровельного покрытия будет производиться путем искусственного охлаждения, это позволит учесть все особенности данного способа контроля теплоизоляции кровли.

В работе рассмотрены типы дефектов, которые могут быть выявлены в результате использования предлагаемого метода контроля. Традиционные способы (использование тепловизора) не позволяют точно классифицировать дефект и указать его геометрические размеры. Данный способ лишь указывает на наличие дефекта и может указать его масштаб.

В работе также был проведен статистический анализ эффективности применения данного метода. Анализ экспериментальных данных проводят с помощью специализированного программного обеспечения, ставя цель обнаружить дефекты с заданными статистическими характеристиками, такими, как вероятность правильного обнаружения и вероятность ложной тревоги.

Была проведена серия испытаний (25 испытаний на 25 кровельных покрытиях). Доля верно определенных дефектов теплоизоляции кровельного покрытия составила 97,04%. Таким образом, рекомендуемый способ контроля качества кровельного покрытия может быть применен при выполнении работ по

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

контролю теплоизоляции плоских кровель.

В работе было проведено экономическое обоснование предложенных мероприятий. Полная стоимость контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия составит 800 700,00 руб. При этом, ожидается, что данный экран будет амортизироваться в течение 5 лет.

В исследовании был проведен анализ ценовых предложений конкурентов. Было выявлено, что подавляющее большинство ценовых предложений укладывается в диапазон цен от 3 000,00 руб. до 5 000,00 руб. на 100 кв. м поверхности. При этом имеется большое число конкурентов, услуги которых ограничиваются тепловизионным методом анализа.

Расчеты показывают, что ежегодно в течение всего горизонта планирования предприятие будет получать положительный денежный поток от реализации проекта. Рентабельность проекта ожидается на уровне 13,1% в год. Проект окупится через 1 год 82 дня.

Источниками средств на создание контрольного экрана теплоизоляционных свойств кровельного покрытия являются средства строительного предприятия, заинтересованного в применении предлагаемого метода контроля. Созданный контрольный экран становится собственностью того предприятия, которое осуществило инвестиции в полном объеме. В дальнейшем, данное предприятие будет использовать полученное средство контроля для оказания услуг и получения прибыли.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алфавитно-предметный указатель в Международной патентной классификации: В 2 ч. / Комитет РФ по патентам и товарным знакам (Роспатент). – М.: ВНИИПИ, 1996. – Ч.1: (А-Н). – С. 1 – 297. – Ч. 2: (О-Я). – С. 298 – 641.
2. СП 17.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II-26-76 «Кровли» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084095>.
3. СП 48.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 «Организация строительства» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084098>.
4. СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901794520>.
5. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456082588>.
6. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [Электронный ресурс]. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4294853/4294853541.pdf>
7. ГОСТ 18353–79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18353-79>
8. XI всероссийский кровельный конгресс: дорогу осилит идущий // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 2 (74). – С. 42–43.
9. Абраменко, В.Г. Метод корректного определения плотности теплового потока [Электронный ресурс] / В.Г. Авраменко и др. // Технологический институт энергетических исследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО». URL: http://www.imash.ru/netcat_files/File/lebedev/2007-a-Avramenko-Flux.pdf (дата обращения: 05.12.2018)
10. Альтшуллер, Г.С. Найти идею. Введение в ТРИЗ / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.
11. База Роспатента [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

_system/

12. Беляков, В. Пароизоляция плоских крыш с гидроизоляцией из ПВХ-мембраны с металлическим креплением / В. Беляков // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 2 (74). – С. 18–19.

13. Бердюгин, И.А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 1. – С. 26–31.

14. Богатова, Т.В. Утеплитель 21 века / Т.В. Богатова, А.И. Двойцына // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. – 2016. – № 1. – С. 108–109.

15. Бунецкая, В.В. Энергоаудит зданий, вводимых в эксплуатацию / В.В. Бунецкая // International scientific review. – 2015. – №4 (5). – С. 25–26.

16. Вавилов, В.П. Роль тепловидения при проведении энергоаудита и составлении энергопаспортов строительных сооружений / В.П. Вавилов, И.А. Лариошина // Вестник науки Сибири. – 2012. – №2 (3). – С. 33–40.

17. Введение в ТРИЗ. Основные понятия и подходы (Официальное издание фонда Г.С. Альтшуллера) [Электронное издание]. – URL: <http://www.altshuller.ru/e-books/>.

18. Воронин, А. Анализируй теплопроводность / А. Воронин // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 1 (73). – С. 41–44.

19. Гагарин, В.Г. Изменение во времени теплопроводности газонаполненных полимерных теплоизоляционных материалов / В.Г. Гагарин, П.П. Пастушков // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 4 (76). – С. 15–18.

20. Горелик, П.И. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения / П.И. Горелик, Ю.С. Золотова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – 3 (18). – С. 93–103.

21. Девятникова, Л.А. Анализ теплотехнических свойств наружной стены на основе тепловизионной съемки / Л.А. Девятникова, М.И. Зайцева, С.Ю. Мухин // Resources and Technology / Петрозаводский гос. ун-т. – 2016. – №3. – С. 30–41.

22. Договор о патентной кооперации (РСТ), подписанный в Вашингтоне 19.06.1970 г., пересмотренный 28.09.1979 г., измененный 03.02.1984 г. и 03.10.2001 г. и Инструкция к РСТ (текст, имеющий силу с 01.07.2017 г.). –

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Женева: ВОИС, 2017. – 263 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.wipo.int/treaties/ru/registration/pct/>

23. Долженкова, М.В. Мягкая кровля: подбор материала, выполнение / М.В. Долженкова, А.В. Горюшинский // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – №40(2). – С. 28 – 33.

24. Ершов, М.Н. Технологические процессы в строительстве. Кн. 1 – 10 / М.Н. Ершов, А.А. Лapidус, В.И. Теличенко. – М.: Из-во Ассоциации строительных вузов, 2016. – 1072 с.

25. Жолобов, А.Л. Совершенствование технологии ремонта кровель из битумных рулонных материалов: дис...к. т. н. / А.Л. Жолобов; Ростовская-на-Дону государственная академия строительства. – Ростов н/Д., 1995. – 146 с.

26. Жуков А.Д. Системы изоляции скатных крыш / А.Д. Жуков и др. // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 6 (78). – С. 27–30.

27. За протечками крыш теперь можно следить в автоматическом режиме // Кровельные и изоляционные материалы. – 2018. – № 3 (81). – С. 15–16.

28. Изобретения, полезные модели, промышленные образцы. – М.: ИНИЦ Роспатента, 2014 г. – 300 с.

29. Кадырова, Н. Ш. Технология термомеханической обработки водоизоляционного ковра при ремонте мягкой рулонной кровли и опыт ее применения на кровлях Ульяновского государственного технического университета / Н. Ш. Кадырова, В. П. Зотов, С. Ю. Стенин // Вестник Ульяновского гос. технического ун-та. – 2007. – №3(39). – С. 57 – 59.

30. Каменева, Н.А. Информационные ресурсы инновационной деятельности / Н. А. Каменева. – М.: РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2009. – № 2. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.risk-online.ru/archive/2009/2/>

31. Каменева, Н.А. Совершенствование этапа создания знания в инновационном процессе на основе патентной информации: Автореф. дис. ... к.э.н. / Н. А. Каменева. – М.: МЭСИ, 2011. – 18 с.

32. Каратаев, О.Р. Оценка технического состояния ограждающих конструкций зданий методом тепловизионного контроля / О.Р. Каратаев, Д.В. Рыжков,

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Г.Н. Голубева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №3 – С. 182–184.

33. Лазуренко, Н.В. Контроль качества теплозащиты зданий с помощью контактного и бесконтактного методов исследования / Н.В. Лазуренко, А.Р. Кямря // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2007. – №44. – С. 30–35.

34. Мансардов, М. Ошибки монтажа кровли или как возродить лучшие кровельные традиции / М. Мансардов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 5 (77). – С. 32–35.

35. Михайлов, В.А. Способы решения творческих задач с элементами ТРИЗ: учеб. пособие / В.А. Михайлов, А.Л. Михайлов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. – 180 с.

36. Муравьев, П.А. Определение оптимальной толщины слоя теплоизоляции для наружных стен жилого многоквартирного здания / П.А. Муравьев и др. // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 1 (73). – С. 21–30.

37. Насонов, С.Б. Руководство по проектированию и расчету строительных конструкций. В помощь проектировщику / С.Б. Насонов. – М.: Из-во Ассоциации строительных вузов, 2013. – 816 с.

38. Нациевский, С.Ю. Теплоэффективные строительные материалы на основе перлита / С.Ю. Нациевский, Л.В. Алексеева // Строительные материалы. – 2011. – № 6. – С. 32–35.

39. Нестерук, Д.А. Тепловой контроль и диагностика: учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня / Д.А. Нестерук, В.П. Вавилов. – Томск., 2007. – 104 с.

40. Олейник, П.П. Организация, планирование, управление и экономика в строительстве. Терминологический словарь. / П.П. Олейник, Б.Ф. Ширшиков. – М.: Из-во Ассоциации строительных вузов, 2016. – 320 с.

41. Оленников, А.А. Тепловизионная съемка для поиска скрытых дефектов в тепловой защите зданий / А.А. Олейников и др. // Вестник СибГИУ. – 2015. – №4 (14) – С. 36–40.

42. Основание под гидроизоляцию: ключ к долговечности кровли //

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 3 (75). – С. 14–15.

43. Павлов, М.В. Сравнительный технико-экономический анализ современных теплоизоляционных материалов / М.В. Павлов и другие // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность. – 2015. – Т. 2. – С. 9–11.

44. Панасюк, М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство / М.В. Панасюк. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 448 с.

45. Паспорт специальности 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения [Электронный ресурс] URL: http://vak.ed.gov.ru/324?p_p_auth=ab8PdeGV&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2362655&_101_type=document&redirect=http%3A%2F%2Fvak.ed.gov.ru%2F105%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3D%25D0%25BF%25D0%25B0%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25BE%25D1%2580%25D1%2582%2520%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25B5%25D1%2586%25D0%25B8%25D0%25B0%25D0%25BB%25D1%258C%25D0%25BD%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2582%252005.23.01%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F105

46. Паспорт специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия [Электронный ресурс] URL: http://vak.ed.gov.ru/324?p_p_auth=ab8PdeGV&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2362717&_101_type=document&redirect=http%3A%2F%2Fvak.ed.gov.ru%2F105%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D10179%26_3_keywords%3D%25D0%25BF%25D0%25B0%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25BE%25D1%2580%25D1%2582%2520%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25B5%25D1%2586%25D0%25B8%25D0%25B0%25D0%25BB%25D1%258C%25D0%25BD%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2582%25D0%25B8%252005.23.05%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F105

47. Паспорт специальности 05.23.08 [Электронный ресурс] URL:

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

http://vak.ed.gov.ru/324?p_p_auth=ab8PdeGV&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2362743&_101_type=document&redirect=http%3A%2F%2Fvak.ed.gov.ru%2F105%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D10179%26_3_keywords%3D%25D0%25BF%25D0%25B0%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25BE%25D1%2580%25D1%2582%2520%25D1%2581%25D0%25BF%25D0%25B5%25D1%2586%25D0%25B8%25D0%25B0%25D0%25BB%25D1%258C%25D0%25BD%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2582%25D0%25B8%252005.23.08%2B%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F105

48. Патенты мира [Электронный ресурс] URL:

<http://www.clearlyunderstood.com/CUHome.aspx>

49. Патенты США [Электронный ресурс] URL: <http://patft.uspto.gov/>

50. Патенты США и Европы [Электронный ресурс] URL:

<http://www.freepatentsonline.com/>

51. Петрище, Ф.А. Товарный менеджмент строительных материалов: учебное пособие [для вузов] / Ф.А. Петрище, М.А. Черная. – М.: Форум, Инфра-М, 2015. – 224 с.

52. Петрище, Ф.А. Товароведение строительных материалов: учебное пособие [для вузов] / Ф.А. Петрище, М.А. Черная. – М.: Форум, 2011. – 208 с.

53. Петрище, Ф.А. Экспертиза строительных материалов: учебное пособие [для вузов] / Ф.А. Петрище, М.А. Черная. – М.: Форум, Инфра-М, 2015. – 440 с.

54. Плахий, Я. Кровля из мягкой черепицы в центральной Европе / Я. Плахий. – Вестник АГТУ. – 2012. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/krovlya-iz-myagkoj-cherepitsy-v-tsentralnoj-evrope> (дата обращения: 15.11.2018).

55. Подробная информация о технологии ремонта мягкой кровли и гидроизоляции / Армохимстрой. [Электронный ресурс] URL: <http://www.armohim.ru/index.html>

56. Практическое пособие по организации и осуществлению строительного контроля заказчика (технического надзора) за строительством объектов

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

капитального строительства [Электронный ресурс] // ОАО «ЦЕНТРИНВЕСТпроект» . URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293823/4293823698.pdf>

57. Путеводитель по фондам патентной документации Отделения «Всероссийская патентно-техническая библиотека» Федерального института промышленной собственности / Сост. отделением ВПТБ ФИПС; отв. редактор В. И. Амелькина. – М.:ФИПС, 2013. – 337 с.

58. Ремонт кровель: Новые технологии и оборудование для его осуществления [Электронный ресурс] URL: <http://miiakh.ru/high-quality-repair.html>

59. Сафронов, И. Кровельный детектив: определяем причины протечки по ее «почерку» / И. Сафронов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 5 (77). – С. 30–31.

60. Современный кровельный бизнес // Кровельные и изоляционные материалы. – 2018. – № 2 (80). – С. 18–19.

61. Сокова, С.Д. Расчет надежности и долговечности кровель / С. Д. Сокова // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-nadezhnosti-i-dolgovechnosti-krovel> (дата обращения: 15.11.2018).

62. Соколов, Г.К. Технология и организация строительства: учебник для СПО / Г.К. Соколов; 9-е изд. – М.: Academia, 2012. – 528 с.

63. Технологические карты на осуществление контроля качества работ при устройстве кровель и полов (к Практическому пособию по организации и осуществлению строительного контроля заказчика (технического надзора) за строительством объектов капитального строительства [Электронный ресурс] // ОАО «ЦЕНТРИНВЕСТпроект» . URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293809/4293809520.htm#i34658>.

64. Ткалич, В.Л. Патентование и защита интеллектуальной собственности: учебное пособие / В.Л. Ткалич и другие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 171с.

65. Тухфатуллин, Б.А. Численные методы расчета строительных конструкций. Метод конечных элементов: учеб. пособие для академического бакалавриата / Б.А. Тухфатуллин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 157 с.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

66. Челядина, А. Л. Патентно-аналитическая работа: учебное пособие / А. Л. Челядина. – Липецк: Липецкий гос. технич. ун-т, ЭБС АСВ, 2014. – 70 с.
67. Шмелев, Г.Н. Исследование мягкой кровли на нагрузки от крышных рекламных конструкций / Г.Н. Шмелев, А.Ф. Исламов, В.П. Крупин, А.В. Сусаров // Известия КГАСУ. – 2012. – № 3 (21) – С. 52–57.
68. Шпаковский, Н.А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей / Н.А. Шпаковский. – М.: ТРИЗ-профи, 2006. – 240 с.
69. Штепа, В. Э. Проблема мокрого утеплителя в конструкции мягких кровельных покрытий // Academy. – 2017. – №3 (18). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-mokrogo-uteplitelya-v-konstruktsii-myagkih-krovelnyh-pokrytiy> (дата обращения: 05.11.2018).
70. Шульженко, Ю. П. Мягкие кровли: проблемы надежности и долговечности / Ю.П. Шульженко // Кровельные и изоляционные материалы. – 2015. – № 5 – С. 23–27.
71. Шульженко, Ю.П. Об импортозамещении, энергосбережении и долговечности мягких кровель от НПО «Гидрол-руфинг» / Ю.П. Шульженко // Кровельные и изоляционные материалы. – 2015. – № 6 – С. 11–13.
72. Щербак, А. С. Исследование свойств современных теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского нац. ун-та железнодорожного транспорта. – 2013. – №2 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-sovremennyh-teploizolyatsionnyh-materialov> (дата обращения: 05.10.2018).
73. Ярцев, В.П. Избыточное утепление зданий и перспективы его практического применения в экологическом и экономическом аспекте/ В.П. Ярцев, И.А. Струлева // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 5 (77). – С. 28–30.
74. Ярцев, В.П. Оценка качества битумной кровли по изменению прочностных и деформационных характеристик / В.П. Ярцев, М.В. Долженкова // Кровельные и изоляционные материалы. – 2005. – № 3. – С. 66–68.

					08.04.01.2019.140.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

Приложение А Схемы операционного контроля качества выполняемых работ

Таблица А 1 – Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству пароизоляции

Этапы работ (виды, подвиды работ)	Контролируемые операции, параметры	Нормативный документ	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации	Исполнительная техническая документация		
						Подготовительные работы	Наличие ППР, проектной документации
Основные работы	Приемка поступающего на стройплощадку материала	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.7.1; 7,3	Соответствие их вида, марки и качества требованиям проекта	Визуальный	Журнал входного контроля, общий журнал работ, сертификаты соответствия, паспорта качества		
	Направление раскатки и величину перекрытий (стыков) полотнищ	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 п.5.2.4	Раскатывать в направлении «на себя».	Визуальный	Общий журнал работ		
Приемка выполненных работ	Целостность покрытия	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 табл. 5.4	По всей поверхности, не допускается наличие вмятин, прогибов, вздутий, трещин, раковин, отслоений, локального изменения внешнего вида и прочих дефектов	Визуальный Измерительный: 1. деревянная или металлическая рейка размерами не менее 2000x20x50 мм.; 2. металлическая линейка	Общий журнал работ, исполнительная схема, акт скрытых работ, сертификаты соответствия, паспорта качества		
	Целостность соединения полотнищ рулонных материалов					Не допускаются расслоения в местах швов	Визуальный Измерительный: 1. Шлицевая отвертка
	Примыкание к выступающим конструкциям					Примыкания должны соответствовать СП 17.13330. «Углы конструкций примыканий»	Визуальный

Таблица А 2 – Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству теплоизоляции

Этапы работ (виды, подвиды работ)	Контролируемые операции, параметры	Нормативный документ	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации	Исполнительная техническая документация
Подготовительные работы	Наличие ППР, проектной документации	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.4.6; п.5.74	Наличие документов	Визуальный	ППР, общий журнал работ, проектная и рабочая документация
	Приемка поступающего на стройплощадку материала	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.7.1; 7,3	Соответствие их вида, марки и качества требованиям проекта	Визуальный	Журнал входного контроля, общий журнал работ, сертификаты соответствия, паспорта качества
Основные работы	Ширина швов между плитами	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия.	Не более 2мм	Измерительный На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, 1. рулетка KRAFTTOOL «GRAND» 3м/16мм, 2. мерная лента 50м	Общий журнал работ
	Ровность поверхности теплоизоляции	Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	Отклонения плоскости: от заданного уклона не более 0,2%; по горизонтали ±5мм, по вертикали ±10мм	Измерительный На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, 1. рулетка KRAFTTOOL «GRAND» 3м/16мм, 2. мерная лента 50м, 3. контрольная рейка 2м и аналоги	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Ширина швов между плитами	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия.	Не более 2мм	Измерительный На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, 1. рулетка KRAFTTOOL «GRAND» 3м/16мм, 2. мерная лента 50м	Общий журнал работ, исполнительная схема, акт скрытых работ, сертификаты соответствия, паспорта качества
	Толщина теплоизоляции	Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	Отклонения от -5% до +10% от проектной	Измерительный На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, 1. контрольная рейка 2м и аналоги	
Ровность поверхности теплоизоляции	Ровность поверхности теплоизоляции		Отклонения плоскости: от заданного уклона не более 0,2%; по горизонтали ±5мм, по вертикали ±10мм	Измерительный На каждые 50-100 кв.м. поверхности покрытия, 1. контрольная рейка 2м и аналоги	

Таблица А 3 – Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству уклонообразующего слоя

Этапы работ (виды, подвиды работ)	Контролируемые операции, параметры	Нормативный документ	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации	Исполнительная техническая документация
Подготовительные работы	Приемка поступающего на стройплощадку материала	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.7.1; 7,3	Соответствие их вида, марки и качества требованиям проекта	Визуальный	Журнал входного контроля, общий журнал работ, сертификаты соответствия, паспорта качества
	Соблюдение заданных толщин, плоскостей, отметок и уклонов	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	Выполненная разуклонка из керамзитового гравия должна соответствовать требованиям проектной документации Не менее 1 градуса, не более 2 градусов	Измерительный 1 уровень-угломер ТОРЕХ 30С321 или аналог; 2. Контрольная рейка 2м и аналоги	Общий журнал работ
Основные работы	Нанесение разметки на крышу для формирования разуклонки	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	По линии наклона протягивается шнурка, по которой на разной высоте расставляются маячки.	Визуальный Измерительный 1 уровень-угломер ТОРЕХ 30С321 или аналог; 2. Контрольная рейка 2м и аналоги	Общий журнал работ
	Нанесение армирующей сетки				
Приемка выполненных работ	Вторичная выверка уклонов	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	керамзитового гравия должна соответствовать требованиям проектной документации Не менее 1 градуса. не более 2	Визуальный Измерительный 1 уровень-угломер ТОРЕХ 30С321 или аналог; 2. Контрольная рейка 2м и аналоги	
	Нанесение армирующей сетки				

Таблица А 4 – Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству цементно-бетонной стяжки

Исполнительная техническая документация			Акт освидетельствования (приемки) выполненных работ, общий журнал работ						
	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации	Визуальный							
Допускаемые значения параметра, требования качества	Наличие актов приемки ранее выполненных работ		Основание для устройства стяжки	Маячные рейки укрепляют на месте путем примораживания их раствором; между маячными рейками и стенами вставляют распорки с клиньями, чтобы закрепить всю систему реек и рамок.	Торцевые поверхности уложенного участка монолитных стяжек после снятия маячных или ограничительных реек перед укладкой смеси в смежный участок стяжки должны быть огрунтованы или увлажнены, а рабочий шов заглажен так, чтобы он был незаметен	Определения объема вовлеченного воздуха уплотненных бетонных смесей на плотных заполнителях, при максимальной крупности зерен заполнителя до 20 и 40 мм			
Нормативный документ	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.4.6; п.5.74				СП 71.13330.201X (актуализируемый СНиП 3.04.01-87)				
Контролируемые операции, параметры	Наличие акта приемки ранее выполненных работ		Подготовка основания (очистка от мусора, выноска отметок)	Установка маячных реек, надежность их крепления, отметки	Огрунтовка стяжек, заглаживание швов	Соблюдение технологии укладки бетонной смеси, качество заглаживания поверхности			
Этапы работ (виды, подвиды работ)			Подготовительные работы		Основные работы				

Окончание таблицы А 4

Исполнительная техническая документация	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации		Допускаемые значения параметра, требования качества	Нормативный документ	Контролируемые операции, параметры	Этапы работ (виды, подвиды работ)
	Общий журнал работ	Визуальный, для каждого замеса Визуальный	Согласно утвержденному составу Защита открытых поверхностей бетона должна быть обеспечена в течение срока, обеспечивающего приобретение бетоном прочности не менее 70%, в последующем поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.			
Общий журнал работ, исполнительная схема, акт скрытых работ, протоколы испытаний, сертификаты соответствия, паспорта качества, фотоматериалы	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50-70 м 2 поверхности пола	Цементно-песчаная стяжка М150толщиной min 40мм, армированная сеткой ø4 Вр-1 100x100мм.	Прочность бетона сборных конструкций в проектном возрасте признают соответствующей требованиям, если выполняются условия по 8.2 ГОСТ 18105-2010. Результаты проверки относятся ко всем партиям бетона, изготовленным за неделю.	СП 71.13330.201X (актуализируемый СНиП 3.04.01-87)	Качество бетона по прочности	Приемка выполненных работ
	Лабораторный	Фактическое наличие отверстий, проемов, каналов, деформационных швов				

Таблица А5 – Схема операционного контроля качества технологических процессов по устройству гидроизоляции

Этапы работ (виды, подвиды работ)	Контролируемые операции, параметры	Нормативный документ	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля, объем, вид регистрации	Исполнительная техническая документация
Подготовительные работы	Наличие ППР, проектной документации	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.4.6; п.5.74	Наличие документов	Визуальный	ППР, общий журнал работ, проектная и рабочая документация
	Приемка поступающего на стройплощадку материала	СП 48.13330.2011. Организация строительства, п.7.1; 7,3	Соответствие их вида, марки и качества требованиям проекта	Визуальный	Журнал входного контроля, общий журнал работ, сертификаты соответствия, паспорта качества
Основные работы	Направление раскатки и величину перекрытий (стыков) полотнищ	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 п.5.4.3, 5.4.6	Раскатывать в направлении "на себя". Величина перекрытия полотнищ: продольных - 80-100мм; торцевых - 150мм	Визуальный	Общий журнал работ
	Целостность покрытия	СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	По всей поверхности, в том числе в местах примыканий	Визуальный	
Приемка выполненных работ	Целостность соединения полотнищ рулонных материалов		СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87	Не допускается наличие вмятин, прогибов, вздутий, трещин, раковин, отслоений, локального изменения внешнего вида и прочих дефектов Не допускаются расслоения в местах швов	Измерительный, Каждый стык, Рулетка KRAFTOOL "GRAND" 3м/16мм, 2. Мерная лента 50м и аналоги
	Примыкание к выступающим конструкциям	Примыкания должны соответствовать требованиям СП 17.13330. Углы конструкций примыканий		Визуальный	